This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

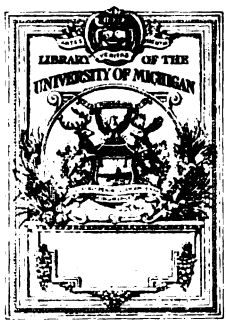
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

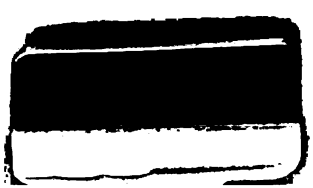
Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

B 477404

Digitized by Google




FROM THE LIBRARY OF
Professor Karl Heinrich Rau
OF THE UNIVERSITY OF HEIDELBERG
PRESENTED TO THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
BY
Mr. Philo Parsons
OF DETROIT
1871



Digitized by Google

Science L.
Q
44
.V662.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Science Library
Q
71
.V65

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

# SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

# AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

## MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

FÜNFZEHNTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI W. BRAUMÜLLER, BUCHHÄNDLER DES K. K. HOFES UND DER K. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1855.

Digitized by Google

T 0 0 0 3

# SITZUNGSBERICHTE

PARSONS LIBRARY University of MICHIGAN

DER

# MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

# AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

FÜNFZEHNTER BAND.

JAHRGANG 1855. HEFT I BIS III.

(Mit 32 Tafeln.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI W. BRAUMÜLLER, BUCHHÄNDLER DES K. K. HOFES UND DER K. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1855.

Digitized by Google

Digitized by Google

# INHALT.


Seite

**Sitzung** vom 4. Jänner 1855.

*Haidinger*, Oberflächen- und Körperfarben von Wöhler's Jod-Tellur-Methyl . . . . . 3

— Schreiben des Herrn Dr. August Beer, über die Richtung der Schwingungen des Lichtäthers im polarisirten Lichte . . . . 6

*Freyer*, Über neu entdeckte Conchylien aus den Geschlechtern *Carychium* und *Pterocera*. (Mit 1 Tafel.) . . . . . 18

*Hauer, Karl Ritter v.*, Über einige Cadmium-Salze . . . . . 23

**Sitzung** vom 11. Jänner 1855.

*Belli*, Mittheilung über das in Pavia stattgehabte Erdbeben . . . . . 44

*Zenger*, Über eine indirecte Methode, die Inclination zu bestimmen . . 45

*Leydolt*, Über eine neue Methode, die Structur und Zusammensetzung der Krystalle zu untersuchen, mit besonderer Berücksichtigung der Varietäten des rhomboedrischen Quarzes. (Mit 5 Tafeln.) . 59

**Sitzung** vom 18. Jänner 1855.

*Haidinger*, Herapathit-Zangen, geschenkt von Herrn Professor v. Nörrenberg . . . . . 82

— Die zwei Hypothesen der Richtung der Schwingungen des Lichtäthers nach ihrer Wahrscheinlichkeit . . . . . 86

*Hornstein*, Über die Bahn der Calliope . . . . . 91

*Verzeichniss* der eingegangenen Druckschriften . . . . . 107

Tabellarische Übersicht der Witterung in Österreich im December 1854. (Mit 2 Tafeln.)

**Sitzung** vom 1. Februar 1855.

Herr Prof. Dr. J. Hyrtl übersendet Fortsetzung und Schluss seiner für die Denkschriften bestimmten Abhandlung: „Monographie des *Chlamydophorus truncatus*“ . . . . . 113

*Knochenhauer*, Über die inducirte Ladung der Nebenbatterie in ihrem Maximum . . . . . 113

*Hlasiwetz*, Über die Wurzel der *Ononis spinosa* . . . . . 142

*Fritsch*, Über die constanten Verhältnisse des Wasserstandes der Donau bei Wien. (Mit 1 Tafel.) . . . . . 169

*Schabus*, Krystallologische Untersuchungen . . . . . 200

**Sitzung** vom 8. Februar 1855.

*Stampfer*, Bericht über die folgende Abhandlung des Dr. A. Winckler, betreffend das Problem der vier Punkte bei Anwendung des Messtisches. (Mit 1 Tafel.) . . . . . 210

*Winckler*, Über das Problem der vier Punkte bei Anwendung des Messtisches. (Mit 1 Tafel.) . . . . . 217


Digitized by Google

Seite

*Kenngott,* Mineralogische Notizen, betreffend den Hausmannit, Plagionit, Vesuvian, Beudantit, Aluminit und Paraluminit und die neue Species Akanthit in dem Geschlechte der Silber-Glanze. (Sechzehnte Folge.) (Mit 2 Tafeln.) . . . . . 234

*Frauenfeld,* Die Gallen. Versuch die durch Insecten an den Pflanzen verursachten Auswüchse nach ihren Haupttypen und Wachsthumsverhältnissen naturgemäss zu gruppiren . . . . . 255

*Brücke,* Nachweis von Chylus im Innern der Peyer'schen Drüsen . . 267

*Grailich,* Über eine merkwürdige Krystallbildung am Salmiak . . . 270

**Sitzung** vom 15. Februar 1855.

*Hörnes,* Über die Gastropoden und Acephalen der Hallstätter Schichten 276

*Puschl,* Über die Einwirkung von Licht- und Wärmewellen auf bewegliche Massentheilchen . . . . . 279

*Pohl,* Analyse des Brunnenwassers aus dem Hause Nr. 42, Josefstadt, Wien 303

*Grailich,* Über die Brechung und Reflexion des Lichtes an Zwillingsflächen optisch-einaxiger Krystalle . . . . . 311

*Jaeger,* Ergebnisse der Untersuchung des menschlichen Auges mit dem Augenspiegel. (Mit 8 Tafeln.) . . . . . 319

Zu *Delphinopsis Freyerii* Müll. . . . . 345

*Verzeichniss* der eingegangenen Druckschriften . . . . . 347

Tabellarische Übersicht der Witterung in Österreich im Jänner 1855. (Mit 2 Tafeln.)

**Sitzung** vom 8. März 1855.

*Haidinger,* Das Stauroskop, ein optisch-mineralogischer Apparat von Herrn Franz v. Kobell . . . . . 351

— Bemerkungen über die zuweilen im geschmeidigen Eisen entstandene krystallinische Structur, verglichen mit jener des Meteoreisens. (Mit 1 Tafel.) . . . . . 354

— Das Eis der Donau bei Wien, und das Eis des Rheins bei Koblenz 360

*Rochleder,* Über die Oxyde $R_2 O_3$ . . . . . 364

*Russegger,* Das Erdbeben in Schemnitz am 31. Jänner 1855 . . . . 368

*Kreil,* Über einen neuen Erdbebenmesser . . . . . 370

— Magnetische und geographische Ortsbestimmungen an den Küsten des adriatischen Golfes im Jahre 1854 . . . . . 372

*Diesing,* Revision der Cercarieen . . . . . 377

**Sitzung** vom 15. März 1855.

*Zenger,* Theorie der Äquatorialboussole, und ihrer Anwendung zur Bestimmung der Inclination . . . . . 401

*Hauer,* Über einige Fossilien aus dem Dolomite des Monte Salvatore bei Lugano. (Mit 1 Tafel.) . . . . . 407

**Sitzung** vom 22. März 1855.

*Hornstein,* Über die Bahn der Calliope . . . . . 417

*Czermak,* Physiologische Studien. Zweite Abtheilung. (Mit 5 Tafeln.) . 425

*Rolle,* Die Echinoiden der oberen Jura-Schichten von Nikolsburg in Mähren 521

*Verzeichniss* der eingegangenen Druckschriften . . . . . 541

Tabellarische Übersicht der Witterung in Österreich im Februar 1855. (Mit 2 Tafeln.) — Übersicht der Witterung in Österreich im Jahre 1854. — Übersicht der Beobachtungen über den Ozongehalt der Luft.

Digitized by Google

# SITZUNGSBERICHTE

DER

## KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

### MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XV. BAND. I. HEFT.

JAHRGANG 1855. — JÄNNER.



Digitized by Google

Digitized by Google

## SITZUNG VOM 4. JÄNNER 1855.

---

### Eingesendete Abhandlungen.

*Oberflächen- und Körperfarben von Wöhler's Jod-Tellur-Methyl.*

Von dem w. M. W. Haidinger.

Vor wenigen Tagen hatte unser hochverehrtes correspondirendes Mitglied Herr Hofrath Wöhler eine kleine Menge eines höchst merkwürdigen Körpers an mich gesandt, zu dem Zwecke etwas genauerer Untersuchung in Bezug auf seine Farben- und Formen-Verhältnisse.

Die sehr kleinen Krystalle erlaubten leider keine ganz genaue Bestimmung, aber es standen Wöhler auch nur ganz wenige Grammen Tellurmethyl zu Gebote, aus welchem die neue Verbindung erhalten wird. Es ist dies das Jod-Tellur-Methyl, über welches demnächst Herrn Wöhler's Arbeiten veröffentlicht werden sollen.

Die bisher gefundenen Ergebnisse sind indessen so merkwürdig und die Krystalle obwohl klein, doch so ausgezeichnet schön, dass ich es in allen Beziehungen wünschenswerth finden muss, die letzteren der hochverehrten Classe vorzuzeigen, und einen Auszug aus den ersteren mitzutheilen.

Diese Krystalle von Jod-Tellur-Methyl, $C_2H_3Te\,I$ bestehen aus:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff . . . . . | 5·8 |
| Wasserstoff . . . . . | 1·4 |
| Tellur . . . . . | 31·1 |
| Jod . . . . . | 61·7 |
| | 100·0 |

Früher schon hatte Wöhler das Tellur-Äthyl $C_4H_5Te$ dargestellt, das sich wie ein Grundstoff verhält. Dieselbe Untersuchung

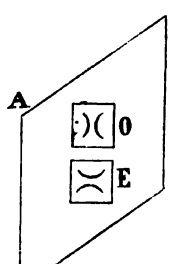


Digitized by Google

dehnte er auf das Tellur-Methyl aus, und stellte es zuerst dar, als eine im Wasser untersinkende, damit nicht mischbare, flüchtige Flüssigkeit von hyacinthrother Farbe und höchst widerlichem Geruche. Es verhält sich ebenfalls wie ein einfacher Körper, wie ein Metall, und gleicht namentlich in chemischer Beziehung vielfach dem Quecksilber. Es bildet ein basisches Oxyd, $C_2H_3TeO$, welches alkalisch reagirt, an der Luft zerfliesst und Kohlensäure anzieht. Das salpetersaure Salz krystallisirt in farblosen Prismen. Mit Chlor und Brom bildet es schön krystallisirende in Wasser schwer lösliche, farblose Verbindungen. Sie sind mit den beiden entsprechenden Quecksilberverbindungen isomorph, ihre Formeln $C_2H_3TeCl$ und $C_2H_3TeBr$.

Mit Jod bildet das Tellur-Methyl die in Rede stehende Verbindung von schöner scharlachrother Farbe, deren freilich sehr kleine Krystalle, vorzüglich noch in der Flüssigkeit (Alkohol) worin sie sich gebildet haben, dem rothen Jod-Quecksilber sehr ähnlich sind. Gleich demselben zeigt es zweierlei Zustände, in dem einen ist es lebhaft citronengelb, in dem andern roth. In dem gelben wurde es noch nicht krystallisirt erhalten, sondern scheint bei der Bildung amorph zu sein. In wenigen Minuten entsteht in dem citronengelben Niederschlage eine sichtbare Bewegung und er verwandelt sich in die kleinen zinnoberrothen Krystalle. Bei fünfzigfacher Vergrösserung beobachtete Wöhler, dass die Krystalle mit röthlichgelber Farbe, ähnlich dem geschmolzenen Auripigment durchsichtig sind, so wie dass gewisse Flächen blaues Licht reflectiren.

Die eben erwähnte Eigenschaft der Krystalle bestimmte meinen hochverehrten Freund besonders sie mir zur nähern Untersuchung, wo möglich auch der Krystallformen, zu überschicken. In Bezug auf die letztern gelang es mir nicht zu einem bestimmten Resultate zu kommen, welches namentlich darum wichtig gewesen wäre, weil das Quecksilberjodid pyramidale Formen hat, quadratische Prismen und Pyramiden mit der Base combinirt. Wohl beobachtete ich bei neunzigfacher Vergrösserung kleine rhomboidische Blättchen, deren stumpfer Winkel *A* nicht viel von 127° verschieden ist. In diesen zeigte sich im durchfallenden Lichte die Polarisation dergestalt orientirt, dass das eine Bild hier als *O*, das ordinäre genommen parallel einer der Seiten polarisirt ist, das




Digitized by Google

andere *E* das extraordinäre senkrecht darauf. Beide sind orange, aber *O* ist heller, *E* dunkler. Es gelang mir auch zu sehen dass die schöne blaue Oberflächenfarbe fest polarisirt ist, und dass das Blau in seiner Polarisationsrichtung dem mehr absorbirten, dunkler orangefarben Strahle *E* entspricht.

Nach diesen vorläufigen Bemerkungen würde das augitische Krystallsystem die meiste Wahrscheinlichkeit für sich haben, doch sind Untersuchungen grösserer Krystalle noch sehr wünschenswerth um sicher zu sein, dass nicht etwa blos unverhältnissmässige Vergrösserungen gewisser Krystallflächen diese weniger symmetrische Form veranlassen. Die meisten kleinen Krystalle erscheinen nur wie Prismenfragmente; in diesen ist das hellere Orange in der Richtung der Axe, das dunklere Orange so wie die blaue Oberflächenfarbe senkrecht auf die Axe polarisirt. Auf mattes Glas aufpolirt erscheinen sehr schöne stark diamantartig glänzende Oberflächenfarbentöne, und zwar unter kleineren Einfallswinkeln, in allen Azimuthen senkrecht auf die Einfallsebene polarisirt, ein hohes Lasurblau, noch rein bei einem Einfallswinkel von etwa 65°, aber dann mehr violett und unter etwa 75° nahe orange ähnlich der Körperfarbe.

Das Quecksilber-Jodid vergleichsweise untersucht besitzt eine viel gesättigtere scharlachrothe Farbe, so dass auch der Strich, das feinste gequetschte Pulver scharlachroth bleibt, während es beim Jod-Tellur-Methyl orangegelb ist. Doch zeigt auch das Jodquecksilber aufpolirt ähnliche Okerflächenfarben, nur nicht so lebhaft, so wie ich auch an den Krystallen, quadratischen Prismen, aus einer Lösung in Äther abgesetzt, von Herrn Professor Böttger an die k. k. geologische Reichsanstalt geschenkt, kaum eine schwache Spur des Oberflächenblau wahrnehmen konnte.

Das neue Jod-Tellur-Methyl bestätiget übrigens ebenfalls die aus früheren Untersuchungen abgeleiteten Gesetze: 1. Dass die Oberflächenfarbe im Ganzen complementär ist der Körperfarbe und 2. dass die fest polarisirte Oberflächenfarbe in der Polarisationsrichtung mit dem stärker absorbirten Tone der Körperfarbe übereinstimmt.

Digitized by Google

## *Schreiben des Herrn Dr. August Beer, über die Richtung der Schwingungen des Lichtäthers im polarisirten Lichte.*

Mitgetheilt von dem w. M. W. Haidinger.

Die hochverehrte mathematisch-naturwissenschaftliche Classe hat schon zweimal ihre freundliche Aufmerksamkeit dem Gegenstande meiner gegenwärtigen Mittheilung geschenkt. Am 22. Jänner 1852 legte ich eine Note über die Richtung der Schwingungen des Lichtäthers in geradlinig polarisirtem Lichte vor, in welcher ich aus der Betrachtung eines dichromatischen einaxigen Krystalles den Beweis dafür herzustellen suchte, dass sie senkrecht auf die Polarisations-Ebene stattfinden müssen. Am 27. April 1854 war es mir gegönnt, die Ansichten des grossen englischen Physikers Herrn Professors G. G. Stokes in Cambridge, in einem Bruchstücke aus einem von demselben an mich gerichteten Schreiben über denselben Gegenstand vorzulegen, dem ich noch die bis dahin veröffentlichten Bemerkungen über den Gegenstand selbst und über den von mir versuchten Beweis von den Herren Ångström, Beer und Zamminer, und auch noch eine umständlichere Auseinandersetzung der von mir versuchten Beweisgründe beifügte.

Seit unserer letzten Classensitzung im verflossenen December erhielt ich nun ein höchst werthvolles Schreiben über denselben Gegenstand von Herrn Dr. Beer, dem tiefen Forscher in dieser Abtheilung unserer Kenntnisse, gleich vertraut mit der theoretischen Behandlung, wie mit den feinsten experimentellen Untersuchungen. Der Inhalt des Schreibens ist zu wichtig, als dass ich nicht wünschen sollte, dasselbe der hochverehrten Classe vorzulegen und dadurch der Öffentlichkeit zuzuführen. Mein hochverehrter Freund Herr Regierungsrath v. Ettingshausen war gleichfalls dieser Ansicht. Es ist wohl ganz in der Idee einer Privatmittheilung geschrieben, und ich dachte erst, es würde vortheilhafter sein, diejenigen Stellen welche sich auf Privatverhältnisse beziehen, angemessen zu modificiren, aber am Ende überwog die Betrachtung, dass ja doch auch gerade diese die Stellung des hochverehrten Verfassers bezeichnen, während nur meiner auf eine allzuschmeichelhafte Art in dem Briefe gedacht wird; ich darf die freundlichen Worte nicht von mir weisen,

Digitized by Google

sondern ich will vielmehr davon Veranlassung nehmen, demselben meinen innigen Dank und aufrichtige Anerkennung darzubringen.

„Hochgeehrter Herr! Die Lectüre Ihres im Junihefte der akademischen Berichte erschienenen Aufsatzes „die Richtung der Schwingungen des Lichtäthers im polarisirten Lichte", in welchem Sie die factische Lage jener Frage so klar auseinanderlegen, hat mich veranlasst, die Gründe für meine in der „Einleitung" ausgesprochene Ansicht nochmals einer Prüfung zu unterwerfen, und ausserdem auch die Theorie, da, wo sie im beginnenden Flusse noch gestattet bis auf den Grund zu sehen, nochmals über jenen Punkt zu befragen.

Ich erlaube mir nun Ihnen im Folgenden kurz meine Anschauungsweise vorzulegen. Dabei überhebt mich Ihre Persönlichkeit ganz der Besorgniss, es möge diese Zuschrift eine andere Auslegung finden, als sie es verdient; einziger Zweck derselben ist, Sie um Ihr, für mich interessantes Urtheil über meine Gründe zu bitten und zwar nur in dem Falle, dass Sie im Folgenden irgend einen des Aufhebens werthen Punkt erblicken.

Unsere Kenntnisse über die Modificationen, welche das Licht beim Durchstrahlen eines normalen einaxigen Krystalles erleidet, lassen sich *in nuce*, wenn man alles Specielle abstreift, wie folgt zusammenfassen:

1. Nach jeder Richtung können sich im Innern des Krystalles zwei Strahlen fortpflanzen, deren Polarisationsebenen auf einander senkrecht stehen. Die Polarisationsebene des einen Strahles geht durch den Strahl und die krystallographische Hauptaxe (optische Axe); es ist der ordentliche Strahl *O*. Der zweite Strahl ist der ausserordentliche *E*.

2. Alle Eigenschaften des Strahles *O* sind unabhängig von seiner Neigung gegen die Hauptaxe. Die Eigenschaften des Strahles *E* ändern sich mit der Neigung gegen die optische Axe. Die Eigenschaften beider Strahlen sind unabhängig von dem Azimuthe der durch Strahl und Hauptaxe gelegten Ebene. Beide Strahlen zeigen gleiche Eigenschaften, wenn sie in die Hauptaxe fallen.

Diese Sätze enthalten insbesondere die Grundlagen für die Regeln der Fortpflanzung und der Absorption (Pleochroismus). Betrachtet man die Eigenschaft „Fortpflanzung" und bestimmt die (bereits bekannte) Art der Abhängigkeit zwischen Geschwindigkeit,

Digitized by Google

Neigung und Wellenlänge des Strahles *E*, so erhält man die speciellen Fortpflanzungsgesetze. Es hat sich herausgestellt, dass die allgemeinen Züge der Abhängigkeit zwischen Geschwindigkeit und Neigung für jede Wellenlänge dieselben sind. Betrachtet man andererseits die Eigenschaft „Absorption" und bestimmt die (dermalen noch unbekannte) Art der Abhängigkeit zwischen Schwächung, Neigung und Wellenlänge des Strahles *E*, so erhält man die speciellen Absorptionsgesetze. Es ist bisher noch nicht der Versuch gemacht worden, die allgemeinen Züge einer Abhängigkeit zwischen Schwächung und Neigung, die für jede Wellenlänge gelte, zu finden. Aber von vorneherein ist es ganz denkbar, ja sogar wahrscheinlich, dass sich die Grösse der Schwächung der Strahlen *E* für jede Wellenlänge ebenso wie die Grösse der Fortpflanzung durch die Radien einer Ellipse darstellen lasse.

Für einen gegebenen Krystall würden sich dann die pleochromatischen Tinten ableiten lassen, wenn die beiden Hauptabsorptions-Coëfficienten für die verschiedenen Farben bestimmt wären, gerade so wie sich für einen gegebenen Krystall die dioptrischen Erscheinungen ableiten lassen, sobald die beiden Hauptindices für die verschiedenen Farben bestimmt sind.

Die so eben gezogene Parallele zwischen Fortpflanzung und Absorption deutet darauf hin, dass, wenn man sich im Stande glaubt, aus den Absorptions-Erscheinungen einen Schluss auf die Schwingungsrichtung im geradlinig polarisirten Lichte ziehen zu können man auch glauben muss, durch die Fortpflanzungs-Erscheinungen einen Aufschluss über jenen Punkt zu erhalten. In der That, Ihre Beweisführung würde keine wesentliche Änderung erleiden, wenn man überall das Wort „Farbe" durch das Wort „Fortpflanzungs-Geschwindigkeit" ersetzte. Unserer Ansicht nach ist man aber überhaupt nicht im Stande aus den oben mitgetheilten Erfahrungssätzen, mag man nun diese oder jene specielle Eigenschaft des Lichtes aufgreifen, etwas Entscheidendes über die Schwingungsrichtung abzuleiten; ja noch mehr, ich kann nicht umhin in den Folgerungen aus der einen und andern Hypothese einen vollständigen Parallelismus und eine vollständige Gleichberechtigung zu erblicken, welche beide sich ohne Zwang bis auf die Ausdrucksweise erstrecken lassen. Da meine Ansicht in Betreff der letztern Punkte von der Ihrigen abweicht, so erlaube ich mir Ihre Aufmerksamkeit für das Folgende zu beanspruchen.

Digitized by Google

Man nehme einen geradlinig polarisirten Strahl im Innern eines einaxigen Krystalles. In Bezug auf seine Seiten unterscheiden wir an ihm zwei Symmetrie-Ebenen; die eine ist die Polarisationsebene *P*, die andere eine auf dieser senkrechte, *Q*. Den oben aufgeführten Sätzen gemäss lässt sich nun nur Folgendes mit Bestimmtheit aussagen: Irgend eine gewisse Eigenschaft *A* des Strahles bestimmt sich durch die Lage des auf *P* errichteten Perpendikels gegen die Krystallform. Was nun ferner die Schwingungsrichtung betrifft, so sind zwei Fälle nur denkbar, entweder sie fällt in die Ebene *P* oder sie fällt in die Ebene *Q* (das ist hier nicht gleichbedeutend mit: entweder sie steht senkrecht auf *Q* oder sie steht senkrecht auf *P*). Im ersten Falle muss angenommen werden, dass die Schwingungen in einem geradlinig polarisirten Strahle, der sich in einem einfach brechenden Mittel bewegt, in der Polarisationsebene liegen und auf dem Strahle senkrecht stehen; in dem zweiten Falle muss angenommen werden, dass die Schwingungen in einem solchen Strahle auf der Polarisationsebene und somit auch auf dem Strahle senkrecht stehen.

Aus der einen und andern Hypothese ergeben sich nun für den Strahl im Innern des Krystalles die im folgenden Schema nebeneinander gestellten Folgerungen. Wir bemerken noch, dass wir unter Perpendikelrichtung die Richtung des Perpendikels verstehen, das man in der Wellenebene senkrecht auf die jedesmal unterstellte Schwingungsrichtung ziehen kann; es darf hierbei nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Wellenebene des ausserordentlichen Strahles im Allgemeinen schief gegen den Strahl steht. Endlich bedeutet Meridian die Ebene, welche durch den Strahl und die optische Axe geht.

### Unterstellung.

Die Schwingungsrichtung eines geradlinig polarisirten Strahles, der sich in einem einfach brechenden Mittel fortpflanzt,

| fällt in die Polarisationsebene. | steht senkrecht auf der Polarisationsebene. |
|---|---|

Folgerungen für die Lage der Schwingungsrichtung eines geradlinig polarisirten Strahles, der sich im Innern eines einaxigen Krystalles fortpflanzt:

| Die Schwingungen der Strahlen *O* stehen senkrecht auf den | Die Schwingungen der Strahlen *O* stehen senkrecht auf den |
|---|---|

Digitized by Google

Strahlen, und liegen in Meridianebenen. Ihre Perpendikelrichtungen stehen auf Strahl und Meridian senkrecht.

Die Perpendikelrichtungen der Strahlen *E* liegen in den Meridianebenen. Im Allgemeinen sind sie gegen den Strahl geneigt. Wenn der Strahl in die Axe fällt, sind sie auf dem Strahle senkrecht, und der Axe parallel, wenn der Strahl auf der Axe senkrecht ist. Die Schwingungsrichtungen der Strahlen *E* sind auf den Meridianebenen senkrecht.

Strahlen und senkrecht auf den Meridianebenen. Ihre Perpendikelrichtungen stehen senkrecht auf dem Strahl und liegen im Meridian.

Die Schwingungsrichtungen der Strahlen *E* liegen in den Meridianebenen. Im Allgemeinen sind sie gegen den Strahl geneigt. Wenn der Strahl in die Axe fällt, sind sie auf dem Strahle senkrecht, und der Axe parallel, wenn der Strahl auf der Axe senkrecht ist. Die Perpendikelrichtungen der Strahlen *E* sind auf den Meridianebenen senkrecht.

## Folgerungen für die Erscheinung.

Da die Eigenschaft *A* von der Perpendikelrichtung (weil sie senkrecht auf der Polarisationsebene steht) abhängt, so ist sie dieselbe für alle Strahlen *O*, welches auch ihre Neigung gegen die Axe sei. Aus demselben Grunde ändert sich die Eigenschaft *A* bei den Strahlen *E* mit der Neigung; sie ist aber dieselbe für die in die optische Axe fallenden Strahlen *O* und *E*, so wie sie auch für alle Strahlen *E*, die auf der optischen Axe senkrecht stehen, dieselbe ist.

Da die Eigenschaft *A* von der Schwingungsrichtung (weil sie senkrecht auf der Polarisationsebene steht) abhängt, so ist sie dieselbe für alle Strahlen *O*, welches auch ihre Neigung gegen die Axe sei. Aus demselben Grunde ändert sich die Eigenschaft *A* bei den Strahlen *E* mit der Neigung; sie ist aber dieselbe für die in die optische Axe fallenden Strahlen *O* und *E*, so wie sie auch für alle Strahlen *E*, die auf der optischen Axe senkrecht stehen, dieselbe ist.

Die zweite der beiden verglichenen Anschauungsweisen scheint bequemer, weil sich die Eigenschaft des Strahles durch die Lage der Schwingungsrichtung selbst bestimmt und nicht wie dies bei der ersten der Fall ist durch die Lage einer Hülfslinie (Perpendikelrichtung). Aber man darf nicht ausser Acht lassen, dass diese Hülfslinie und die Schwingungsrichtung sich gegenseitig bedingen. Ferner

Digitized by Google

kann man nicht umhin zuzugeben, dass irgend eine Eigenschaft des Strahles sich nicht lediglich durch die Beschaffenheit des Äthers in der Richtung der Schwingungen, sondern auch durch die Beschaffenheit nach allen andern Richtungen bestimmt. Wird doch ein Ätherтheilchen während der Schwingung nach allen Seiten hin von Kräften sollicitirt.

Gegenüber dem Umstande, dass die zweite Anschauungsweise bequemer erscheint, könnte man ausserdem auch noch die Bemerkung geltend machen, dass man nach der ersten Anschauungsweise eine viel einfachere Vorstellung von einem Lichtstrahle gewinnt, insoferne nämlich, als nach derselben die Schwingungen stets senkrecht auf dem Strahle verbleiben. Dieses ist, wenn man ihrer Gegnerin glaubt, nicht der Fall, da nach ihr die Schwingungen der ausserordentlichen Strahlen im Allgemeinen einen schiefen Winkel mit dem Strahle bilden. Aber auch dieser Vorzug ist wiederum nur ein scheinbarer; bei den zweiaxigen Krystallen fällt er fort, wo es eben allgemeine Regel ist, dass die Schwingungen schief gegen den Strahl stehen.

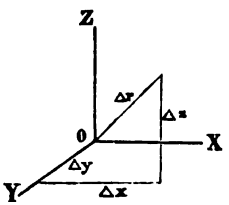
Ich erlaube mir nun noch Euer Hochwohlgeboren einen, aus der Cauchy'schen Theorie geschöpften Wahrscheinlichkeitsschluss zu Gunsten der von Ihnen vertheidigten Fresnel'schen Ansicht vorzulegen; er beweist wenigstens die Richtigkeit Ihrer Behauptung, dass Alles mehr und mehr zu jener Hypothese hinführt.

Meine Deduction basirt auf der immer noch durch den Erfolg getragenen Hypothese, dass die Verhältnisse des Äthers, der in einem Mittel mit drei auf einander senkrechten Axen eingeschlossen ist in erster Annäherung mit den Verhältnissen vertauscht werden können, die bei einer tessularischen Anordnung der Ätherтheilchen stattfinden würden. Nehmen wir nun einen einaxigen Krystall der erwähnten Art, also einen tetragonalen Krystall. Wir unterstellen, dass die Abstände der Ätherтheilchen nach beiden Nebenaxen gleich sind, dass aber ihre Abstände nach der Hauptaxe entweder kleiner, oder aber grösser als jene sind.

Die Hauptaxe nehme man Fig. 1 zur Axe der $z$, die Nebenaxen zu Axen der $x$ und $y$. In Bezug auf dieses System seien $\Delta x$, $\Delta y$, $\Delta z$ die Coordinaten und $\Delta r$ der vom Anfangspunkte $O$ gezählte Radiusvector eines Ätherтheilchens. Ferner seien $f$ und $\varphi$ gewisse (übrigens noch unbekannte) Functionen von $\Delta r$ und von der Masse der

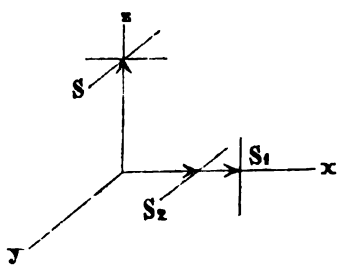
Digitized by Google

*Fig. 1.*




Theilchen. Die Wellenlänge einer gewissen Farbe sei $\lambda$. Das Zeichen $S$ endlich deute eine Summation über diejenigen Äthertheilchen an, welche nahe genug an $O$ liegen um auf das in diesem Punkte befindliche Theilchen noch eine Wirkung zu äussern. Alsdann ergeben sich aus der Theorie folgende Beziehungen für Strahlen mit der Wellenlänge $\lambda$:

*Fig. 2.*




1. Ein Strahl $S_1$ Fig. 2, der sich nach der $x$-Axe fortpflanzt, und dessen Schwingungen der $z$-Axe parallel sind, hat die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit $v_1$ wenn

$$v_1^2 = S\{f\Delta x^2 + \varphi\Delta x^2\Delta z^2\} - A.$$

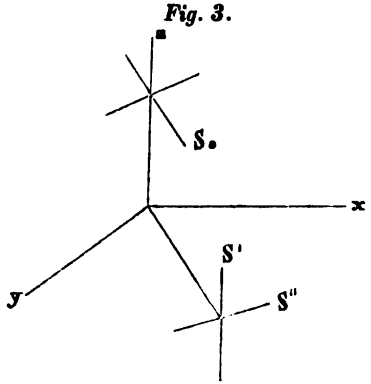
2. Für die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit $v_2$ eines Strahles $S_2$, der dieselbe Richtung wie $S_1$ verfolgt, dessen Schwingungen aber der $y$-Axe parallel sind, hat man:

$$v_2^2 = S\{f\Delta x^2 + \varphi\Delta x^2\Delta y^2\} - B.$$

3. Ist $v$ die Geschwindigkeit, mit der sich ein Strahl $S$ nach der $z$-Axe fortpflanzt, mögen nun seine Schwingungen der $x$- oder der $y$-Axe parallel sein, so findet sich:

$$v^2 = S\{f\Delta z^2 + \varphi\Delta x^2\Delta z^2\} - C.$$

*Fig. 3.*




4. Pflanzt sich ein Strahl $S'$ Fig. 3 in der Ebene $xy$ unter gleicher Neigung (45°) gegen jede der beiden Axen $x$ und $y$ fort, und gehen seine Schwingungen parallel der $z$-Axe vor sich, so bestimmt sich seine Geschwindigkeit $v'$ wie folgt:

$$v'^2 = S\{f\Delta x^2 + \varphi\Delta x^2\Delta z^2\} - D.$$

5. Ein Strahl $S''$, der denselben Weg wie der vorhergehende verfolgt, dessen Schwingungen jedoch in der Ebene $x\,y$ liegen, hat die Geschwindigkeit $v''$, wenn:

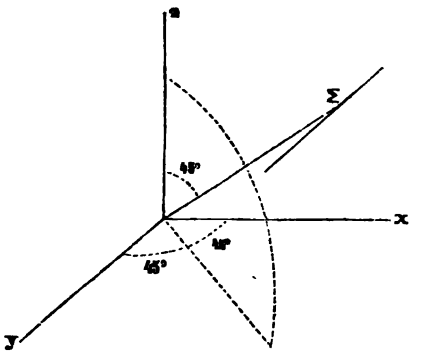
$$v''^2 = S\{f\Delta x^2 + \tfrac{1}{2}[\varphi\Delta x^4 - \varphi\Delta x^2\Delta y^2]\} - E.$$

Digitized by Google

6. Bedeutet $v_0$ die Geschwindigkeit eines Strahles $S_0$, welcher der $z$-Axe folgt und dessen Oscillationen mit den Axen der $x$ und der $y$ den Winkel $\pm 45^0$ bilden, so hat man:

$$v_0^2 = S\{f\Delta Z^2 + \varphi\Delta x^2\Delta x^2\} - F.$$

*Fig. 4.*




7. Es sei endlich Σ Fig. 4 ein Strahl, der sich so bewegt, dass er mit der $z$-Axe den Winkel $45^0$ einschliesst, und dass seine Projection auf die $xy$-Ebene den Winkel der Axen $x$ und $y$ halbirt; $w$ sei die Geschwindigkeit dieses Strahles, so findet man:

$$w^2 = S\{\tfrac{1}{2}[f\Delta x^2 + f\Delta z^2] + \tfrac{1}{4}[\varphi\Delta x^2\Delta z^2 + \tfrac{1}{4}(\varphi\Delta x^4 - \varphi\Delta x^2\Delta y^2)]\} - G.$$

Die in den obigen Formeln vorkommenden Grössen $A$ bis $G$, sind Reihen, die nach geraden Potenzen von $\frac{1}{\lambda}$ fortschreiten, und für deren Werth man aller Analogie nach mit grosser Annäherung den Werth ihres ersten Gliedes nehmen kann. Mit diesen Reihen werden wir es hier nicht zu thun haben, da wir die Annahme machen wollen, es liege ein tetragonaler Krystall vor, der eine wirkliche doppelbrechende Kraft besitzt, gleichwohl aber nur eine dagegen fast verschwindende Dispersion zeigt. Die Existenz eines solchen Krystalles ist von vorneherein nicht undenkbar, ja, der Kalkspath, der freilich dem hexagonalen Systeme angehört, offenbart starke Doppelbrechung bei mässiger Dispersion. Die Differenz der Indices der Strahlen $B$ und $H$ ist bei der ordentlichen Brechung 0,030, bei der ausserordentlichen 0,014, während die Differenz der Indices des ordentlich und ausserordentlich gebrochenen Strahles $E$ 0,175 beträgt. Es fällt aber obige Annahme ersichtlich mit der Unterstellung zusammen, beim vorliegenden Krystalle könne man mit hinlänglicher Annäherung die Grössen $A$ bis $G$ vernachlässigen. Lässt man dies gelten, so lassen sich aus den sieben aufgeführten Formeln ohne Zwang die wichtigsten Züge für die Fortpflanzungsgesetze des Lichtes in tetragonalen Krystallen in der Unter-

Digitized by Google

stellung ableiten, dass die Oscillationen eines geradlinig polarisirten Strahles in einfach brechenden Mitteln senkrecht zur Polarisationsebene stehen. Und soweit ich bis jetzt die Sache übersehe, kann ich nicht einsehen, wie sich aus den Formeln die Gesetze so leicht, oder wenigstens so natürlich ergeben, welche die gegenstehende Hypothese verlangt. Aber — diese Frage drängt sich hier auf — wie konnte es kommen, dass dennoch aus der Theorie die der einen und andern Hypothese entsprechenden Gesetze abgeleitet wurden? Wir werden später eine hierauf bezügliche Bemerkung vorbringen.

Vergleicht man die Formeln 1 und 3, so ergibt sich, dass die Grössen $v_1$ und $v$ nicht gleich sein können, so lange wirklich, wie doch unterstellt wird, die Abstände der Äthertheilchen nach der $z$-Axe von denen nach der $x$-Axe verschieden sind. Dies steht schon im Widerspruche mit der Hypothese, dass die Schwingungen des ordentlichen gebrochenen Strahles in seiner Polarisationsebene liegen. Von vorneherein hindert aber ferner Nichts anzunehmen, dass man trotz der Verschiedenheit der erwähnten Abstände mit hinreichender Annäherung setze:

$$S\{f\Delta x^2+\varphi\Delta x^2\Delta y^2\}=S\{f\Delta z^2+\varphi\Delta x^2\Delta z^2\}.$$

Ferner muss man, um die allgemeinen Züge der Gesetze nach der einen wie nach der andern Hypothese zu gewinnen, die Annahme machen, dass sehr nahe sei:

$$S\{\varphi\Delta x^4-3\varphi\Delta x^2y^2\}=0.$$

Alsdann ergibt sich ohne Weiteres:

$$v_2=v=v''=v_0=w_1$$
$$v_1=v^1.$$

Hieraus erschliessen sich folgende Fortpflanzungsgesetze, wenn man strenge bei dem bisher Gewonnenen stehen bleibt.

1. Die Wellenfläche der sogenannten ordentlichen Strahlen ist eine Fläche, die sehr nahe sphärisch ist. In der That hat sie mit einer Kugel vom Radius $v_2=v=$ u. s. w. achtzehn Punkte gemein. Von diesen liegen, dem Obigen zu Folge drei Paare in den Axen der $x$, der $y$, der $z$, in je einer Axe ein Paar. Weitere vier Punkte liegen auf den Linien, welche die Winkel der $x$- und $y$-Axe halbiren. Die übrigen acht Punkte liegen paarweise auf den Linien, welche analog mit der oben näher definirten Linie $\Sigma$ liegen. Die Wellenfläche der

Digitized by Google

sogenannten ordentlichen Strahlen ist ferner symmetrisch gestaltet in Bezug auf jede der drei Coordinatenebenen, so wie auch in Bezug auf die beiden Ebenen, welche die Winkel der *XZ*- und *YZ*-Ebene halbiren. Die Oscillationen der sogenannten ordentlichen Strahlen stehen immer sehr nahe senkrecht auf der Hauptaxe und dem Strahle. Genau ist dies jedoch nur dann der Fall, wenn der Strahl in einer der Ebenen *XZ* oder *YZ* oder *XY* oder in einer der Ebenen liegt, welche gegen die beiden ersten gleich geneigt sind.

2. Die Wellenfläche der ausserordentlichen Strahlen nähert sich einem Rotationsellipsoide, dessen Axe in die krystallographische Hauptaxe fällt. Die Wellenfläche hat mit dem Ellipsoide zehn Punkte gemein. Von diesen sind zwei die Pole, die übrigen liegen auf dem Äquator. Von den letzteren liegen ferner zwei Paare auf den Axen der $x$ und der $y$ und zwei weitere Paare auf den Mittellinien dieser Axen. Die erwähnte Wellenfläche hat dieselben Symmetrie-Ebenen, wie die Wellenfläche der unter 1) erörterten Strahlen. Die Schwingungen der ausserordentlichen Strahlen liegen nahezu in Ebenen, die durch Strahl und optische Axe gehen. Genau tritt dies jedoch nur ein, wenn der Strahl in einem Hauptschnitte liegt, oder in einer der beiden Ebenen welche die Winkel zwischen den Hauptschnitten *XZ* und *YZ* halbiren.

Aus den obigen Ergebnissen folgt, dass sich mit einer tessularischen Anordnung der Äthertheilchen oder mit einer durch solche ersetzbaren Constitution die Fortpflanzungsgesetze, wie sie gewöhnlich dargestellt werden, und wie sie sich den bisherigen Messungen anschliessen, nicht vollkommen vereinbaren lassen, wenn die Dispersion verschwindend klein ist. Es lassen sich aber aus der Annahme einer tessularischen Constitution in diesem extremen Falle Gesetze, welche den jetzt geltenden Fortpflanzungsgesetzen sehr gleichen, nur dann am natürlichsten ableiten, wenn man die Fresnel'sche Hypothese adoptirt. Dieser Umstand scheint mir sehr zu Gunsten der letztern zu sprechen, da es ferner nahe liegt zu unterstellen, dass sich in den wirklich vorkommenden Fällen — wo die Dispersion nicht verschwindet — die Differenzen zwischen den theoretischen und empirischen Gesetzen durch die Wirkung der Glieder *A* bis *G* bis zur Unmerklichkeit verringern. Von welchem Einflusse überhaupt in vielen Fällen diese Glieder sein müssen, ersieht man an gewissen Apophylliten, an gewissen Mischungen des unterschwefelsauren Strontians

Digitized by Google

und unterschwefelsauren Bleioxydes, wo sich der Charakter der Doppelbrechung mit dem Werthe von $\lambda$ ändert.

Stellt man die bisher bewährten Fortpflanzungsgesetze in Verbindung mit einer der beiden Hypothesen über die Schwingungsrichtung an die Spitze der Rechnung, so ergeben sich für die Summenglieder $Sf\Delta x^2$ u. s. w. Relationen, die nichts Anderes aussagen, als dass die Abstände der Äthertheilchen nach Haupt- und Neben-Axen nur unmerklich verschieden sind. Und umgekehrt, geht man von letzterer Annahme über die Abstände aus, so leiten sich die Fortpflanzungsgesetze in Verbindung mit der einen oder andern Hypothese ab. Indem man sich auf diesem Wege den die Theorie bisher wirklich verfolgt hat, gestattet bei der Vereinfachung der Ausdrücke die Abstände nach der Hauptaxe mit den Abständen nach den Nebenaxen zu vertauschen, gibt man damit auch das Mittel aus der Hand, über die Richtigkeit der einen oder andern Hypothese zu urtheilen. Dies leuchtet klar aus Folgendem ein, das denn auch die Beantwortung der weiter oben aufgeworfenen Frage enthält.

Damit die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit stets unabhängig von dem Azimuthe der durch Strahl und Hauptaxe gelegten Ebene sei, muss man unterstellen:

$$S\{\varphi\Delta x^4 - 3\varphi\Delta x^2\Delta y^2\} = 0.$$

Alsdann ergibt sich, wenn man annimmt, dass die Oscillationen genau in der Meridianebene liegen, für die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit einer Welle, deren Normale mit der Hauptaxe den Winkel $\varphi$ einschliesst:

$$v_1^2 = S\{f\Delta z^2 + \varphi\Delta x^2\Delta z^2\} + \sin\varphi^2\{f\Delta x^2 - f\Delta z^2 + \varphi\Delta z^4 + 3\varphi\Delta x^2\Delta z^2\}$$

für dieselbe Welle findet man aber auch:

$$v_1^2 = S\{f\Delta z^2 + \varphi\Delta z^4 - 2\varphi\Delta x^2\Delta z^2\} + \sin\varphi^2 S\{f\Delta x^2 - f\Delta z^2 - \varphi\Delta z^4 + 3\varphi\Delta x^2\Delta z^2\}.$$

Zwei in der That verschiedene Ausdrücke ergeben sich aus dem Grunde, dass wirklich die Oscillationen bei der angenommenen Constitution des Äthers im Allgemeinen nicht genau in der Meridianebene liegen können.

Zweitens ergibt sich für die auf der Axe senkrechten Oscillationen

Digitized by Google

$$v_2^2 = S\{f\Delta z^2 + \varphi\Delta x^2\Delta z^2\} + \sin\varphi^2 S\{f\Delta x^2 - f\Delta z^2 + \varphi\Delta x^2\Delta y^2 - \varphi\Delta x^2\Delta z^2\}.$$

Jetzt hat man, welcher Hypothese man auch huldigen mag, eine solche Beziehung zwischen den Summengliedern zu statuiren, dass die beiden Ausdrücke für $v_1^2$ zusammenfallen. Ausserdem verlangt die Fresnel'sche Hypothese, dass der Coëfficient von $\sin\varphi^2$ im Ausdrucke für $v_2^2$ verschwinde, und die entgegenstehende Hypothese verlangt, dass derselbe Coëfficient im Ausdrucke für $v_1^2$ der Null gleich, oder doch unmerklich werde. Das Eine wie das Andere tritt aber ein, und kann nur eintreten wenn die Ausdrücke:

$$S\{f\Delta x^2 - f\Delta z^2\},\ S\{\varphi\Delta x^4 - 3\varphi\Delta x^2\Delta z^2\} \text{ und } S\{\varphi\Delta z^4 - 3\varphi\Delta x^2\Delta z^2\}$$

zumal sehr klein werden; aber dann wird in allen Formeln der Coëfficient von $\sin\varphi^2$ sehr klein, und es ist als reine Willkür zu bezeichnen, wenn man diesen Coëfficienten in der einen Gleichung beibehält, in der andern absolut gleich Null setzt.

Dieser Einblick in die gegenwärtige Lage der Theorie ist gewiss nicht sehr tröstlich; er berechtigt jedoch nicht zur Geringschätzung derselben, da sie wenigstens so viel sehen lässt, dass der Ausdruck für das Quadrat der Fortpflanzungsgeschwindigkeit ebener Wellen in einaxigen Krystallen bei erster Annäherung die Form $\{a+b\sin\varphi^2\}$ hat; so viel uns bekannt geworden ist, hat die von Cauchy in die Rechnung eingeführte Annahme, dass die Körpermoleküle tessularisch angeordnet seien, über die hier erörterte Frage keinen befriedigenden Aufschluss gewährt; sie lässt sich, wenn wir richtig verstanden haben bei den nicht circular polarisirenden Mitteln auf eine tessularische Anordnung der Ätherheilchen selbst zurückführen.

Ich muss sehr fürchten, hochverehrter Herr, Ihre kostbare Zeit schon allzulange in Anspruch genommen zu haben. Weiss ich doch nicht, ob meine Bemerkungen für einen Zweiten irgend einen Werth haben, ob sie insbesondere für Sie vom geringsten Interesse sind. Was mich selbst betrifft, so meine ich dadurch an Klarheit gewonnen zu haben, und ich weiss desshalb Ihrer regen Besprechung der Frage über die Schwingungsrichtung vielen Dank."

Bonn den 12. December 1854.

---



Digitized by Google

# *Über neu entdeckte Conchylien aus den Geschlechtern* Carychium *und* Pterocera.

Von dem c. M., Custos Freyer in Triest.

(Mit I Tafel.)

## *A.* Über einige neue Conchylien aus dem Geschlechte Carychium.

Eine kleine Sendung von, in den Jahren 1853 und 1854 in verschiedenen Grotten und Höhlen Krains von Herrn Franz Erjavec mit seltener Ausdauer und besonderer Forscherliebe gesammelten kleinsten Conchylien des Geschlechtes *Carychium* veranlasste folgende Zeilen.

Nicht bald war es Jemanden geglückt in so kurzem Zeitraume so viel Neues zu Tage zu fördern, als diesem jungen, strebsamen Naturforscher, der durch die unter meiner Leitung abgehaltenen freitägigen Abendbesprechungen im Museum zu Laibach für die Wissenschaft gewonnen wurde.

Mit wahrer Freude ging ich nach vorläufiger Untersuchung der erhaltenen *Carychien* mit der Loupe, an das grosse Waldstein'sche Mikroskop unseres Museums, um die Novitäten zu zeichnen und zu beschreiben, wie folgt:

### *a)* Glatte Carychien.

Nr. 1. **Carychium Freyeri** Schmidt. Linksgewunden.

Herr Ferd. Schmidt nannte diese Form erstlich *Pupa Freyeri* und gab die Beschreibung im illyrischen Blatte der Laibacher Zeitung, April 1849, mit folgenden Worten: Gehäuse klein, halb durchbohrt, spitz kegelförmig, fast glatt, weiss, durchsichtig. Die Mündung ist birnförmig, der Mundsaum scharf zurückgebogen, an dem Mündungsrande mit einem starken Zähnchen versehen. Die sechs Umgänge sind hübsch gewölbt, bis zum sechsten sehr langsam zunehmend. Der sechste Umgang ist bauchig und im Ausmaass die übrigen bedeutend überwiegend. Die ganze Höhe des Gehäuses beträgt $^3/_4$ Linien und die Breite $^1/_8$ Linie.

Fig. 1, *a, b* zweierlei Seitenansichten; *c* Vornansicht.

Dieses Exemplar befindet sich im Museum zu Laibach und wurde von mir am 29. August 1848 unweit des Einganges in der

Digitized by Google

Bratenca-Grotte entdeckt, in welche sich der Bratenca-Bach bei Grosslaschitz in Unterkrain ergiesst, dessen unterirdisches Flussbett ich 385 Schritte weit verfolgen konnte.

Ein zweites Exemplar wurde 1850 in meinem und des Herrn Erjavec Beisein von Herrn Lussner an derselben Stelle gefunden, welches jedoch zu Laibach in Verlust gerieth.

Ein drittes und zwar lebendes Exemplar hat Herr Franz Erjavec 1853 aufgefunden, im Weingeiste aufbewahrt mir nach Triest gesendet; es befindet sich nun in Händen des Herrn Frauenfeld in Wien.

Nr. 2. **Carychium alpestre** Freyer.

Gehäuse glatt, weiss, kurz kegelförmig, einzähnig; Mündung birnförmig; Mundsaum oval, umgestülpt, am äusseren Rande etwas eingedrückt; links von der Spindel im halben Umgange in rundlicher Ausdehnung, eine bis zum Mundsaume sich innig anschliessende Lippe. Die ersten vier Umgänge schwach gewölbt, der fünfte bauchig, ungenabelt. Höhe 1½ Millim., Breite 1 Millim.

Fig. 2, *a*, *b* Seitenansichten, *c*, *d* Vornansicht. (Vergrösserung 24mal.)

Im Jahre 1854 von Herrn Franz Erjavec in der Höhle Dioja griča, nächst der Veternica-Höhle auf der Velika planina der Steineralpen in Oberkrain aufgefunden.

### *b)* Schrägegerippte Caryehien.

Nr. 3. **Carychium Frauenfeldii** Freyer.

Gehäuse weiss, kurz kegelförmig, schräge gerippt. Windungen gewölbt, abstufend, sechste bauchig, fast genabelt. Erste und zweite Windung glatt, dritte schmäler als die zweite. Mündung breit, nach aussen rundlich. Mundsaum umgestülpt. Lefze rund; Innenlippe etwas eingedrückt, an der Windung scharf gelappt, bis zum Windungsansatz sich rund verflächend. Nächst der Spindel eine starke Zahnleiste. Höhe 2 Millim., Breite 1½ Millim.

Fig. 3, *a*, *b* Seitenansichten, *c* Vornansicht.

Im Jahre 1853 von den Herren Franz und Matthias Erjavec zuerst in der Grotte zu Podpeč bei Guttenfeld in Unterkrain gesammelt; dann von den Herren Skubic und Franz Erjavec in der Grotte bei Duplice nächst Weichselberg in Unterkrain aufgefunden.



Digitized by Google

Nr. 4. **Carychium pulchellum** Freyer.

Gehäuse weisslich, durchscheinend, länglich-conisch, abgestumpft. Mündung schmal, halbmondförmig. Mundsaum scharf, schwach umgebogen. Äusserer Rand (Lefze) halbrund; Lippe an der Spindel gerade, nach innen etwas eingedrückt, schräg verflächend bis zum eingebogenen Windungsansatz. Nächst der Spindel eine starke bis zur zweiten Windung abgehende Zahnleiste (Fig. *d*). Derselben gegenüber läuft schräge eine starke Rippe. Windungen stufig abgesetzt, die dritte im Verhältniss zu den übrigen schmäler. An der Bauchseite der sechsten Windung in der Vornansicht mit fünf weit abstehenden stärkeren, im Zwischenraume zarteren Rippen geziert. Höhe 2 Millim., Breite 1 Millim.

Fig. 4, *a*, *b* Seitenansichten, *c*, *d* Vornansichten von zwei Exemplaren.

In der Grotte am Krimberge bei Laibach zuerst aufgefunden von Anton Kukek.

*c)* Längsgerippte, zweizähnige Carychien.

Nr. 5. **Carychium costatum** Freyer.

Gehäuse weiss, gethürmt, mit starken abstehenden (gesperrten) Längsrippen geziert. Die der ersten vier abstufenden Windungen zarter, die der sechsten nicht bis zur Spindel reichend; daher die Bauchseite (Fig. *c*) vor der Mündung glatt; $^1/_8$ dagegen von dem Mundsaume mit fünf vom Nabel aufsteigenden Rippen, die sich an die entgegenkommenden seitlich beinahe anschliessen, wie es die Vornansicht Fig. 5, *c* darstellt. Mundsaum flach umgebogen, am rechten Rande (Lefze) eingedrückt, der linke Lappen (Lippe) gerade abgesenkt, an der Mündung rundlich sich verflächend. Mündung flaschenkürbissförmig. Die Zahnleiste nächst der Spindel bis zum linken Mundsaume vorgezogen; die zweite kürzere zieht sich an der Bauchseite gegenüber des rechten Saumbuges an die Lefze.

Der ganze Habitus und die Vornansicht unterscheiden diese Art von allen übrigen Carychien, ob sie von ihnen generisch verschieden sei, müsste an lebenden Exemplaren entschieden werden.

Höhe $2^1/_8$ Millim., Breite $1^1/_8$ Millim.

Fig. 5, *a*, *b* Seitenansichten, *c* Vornansicht.

Von Herrn Ferd. Schmidt in der Grotte bei Goričane unweit des fürstbischöflichen Schlosses Görtschach entdeckt.

Digitized by Google

Schlüsslich gebe ich hier noch die Zeichnungen von zwei Formen, die ich mit bereits bekannten Arten identificiren zu dürfen glaube.

Fig. 6. **Carychium obesum** Schmidt.

(Verhandl. des zool. botan. Vereines in Wien, IV. Bd. 1854, pag. 34, Taf. I, Fig. 6.) — Höhe 2⅛ Millim., Breite 1⅛ Millim.

Aus der Pasica-Höhle bei Sonneg in Krain; gesammelt von Herrn Erjavec und

Fig. 7. **Carychium lautum** Frauenfeld.

(Verhandl. des zool. botan. Vereines in Wien, IV. Bd. 1854, pag. 33, Taf. I, Fig. 1.) — Höhe 2⅛ Millim., Breite 1¼ Millim.

Aus der Pasica-Höhle bei Sonneg in Krain; gesammelt von Herrn Erjavec.

Die meisten Höhlen und Grotten, besonders aber jene, welche vor dem Eingange bewachsen sind, beherbergen eigenthümliche Thiere, von welchen noch die wenigsten bekannt sind. Die Entdeckung des *Leptodirus Hohenwarthii* Schmidt, welchen der Grottenführer Tschetsch (Čeč), Entdecker der Ferdinands-Grotte zu Adelsberg, zuerst aufgefunden und Herrn Franz Grafen von Hohenwarth übergeben hat, leitete zur genaueren Aufsuchung der in Grotten lebenden Wesen.

Um eines günstigen Erfolges sich zu erfreuen, bedarf es mühevoller, ausdauernder Geduld von wenigstens 2—3 Stunden. Besonders empfehlbar erwies sich das Tabakrauchen während der Beschauung beleuchteter Felswände und Blöcke, welche wiederholt untersucht werden müssen; da den Insecten etc. der Tabakrauch widrig ist, so kriechen dieselben aus ihren unkenntlichen Schlupfwinkeln hervor, reinere Atmosphäre suchend, daher wiederholte Nachschau unerlässlich. Über diese Suchmethode habe ich im hiesigen Minerva-Vereine einen Vortrag gehalten, welcher im Diavoletto *(giornale triestino)* Nr. 46, 15. Februar 1854, veröffentlicht worden ist.

---

*B.* Pterocera Chiragra Linn. und Pterocera Kochii Freyer.

Das Triester Museum bewahrt in der Conchylien-Sammlung zwei verschiedene *Pterocera Chiragra*, die längst bekannt, auch abgebildet sind; aber noch immer unter einem Namen in den

Digitized by Google

Cabineten aufbewahrt werden, wie es mit *Pterocera Scorpio* der Fall war, bis Lamarck jener mit orangefarbener glatter Mündung den Namen *Pt. aurantia* gab.

Die ältere sehr gelungene Abbildung der *Pterocera Chiragra* Linn. gab Martin Lister in seiner *Historia sive sinopsis methodica conchyliorum, tab. 870, 24,* und junge Exemplare auf tab. 875, 31 und 883, 6, dargestellt. Deshayes citirt in Lamarck's *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, 2de édit. Paris 1843, 8°, Tom. IX, pag. 676,* diese Abbildungen und Kiener's *pl. 5. Spec. de coq.*; da er dabei im Texte erwähnt *fauce rosea, albostriata,* so war ihm Lister's Exemplar nicht bekannt.

Der älteren guten Abbildung gebührt die Priorität als *Pt. Chiragra* Linn. *fauce brunea, albo-costata.* Das Exemplar des Triester Museums ist 6¼ Zoll lang und 3¼ Zoll breit. Die Mündung weiss, glatt; Innenlippe und Lefze weissgerippt, die Zwischenfurchen braun, im inneren Lappen der Lefze zwischen dem zweiten und dritten Finger und am Lappen vom fünften gegen den Schwanz rosa. Der obere innere Lippenfinger quer nach aufwärts gebogen und der an selben angeschlossene oberste Lefzenfinger gerade aufsteigend. Die drei Seitenfinger krallenartig gebogen, das Schwanzende im halben Kreise aufgebogen. Die ersten vier Windungen frei zwischen den beiden oberen Fingern vorragend, die übrigen drei von den oberen zwei Fingern des letzten Umganges bedeckt. Am Rücken knotig, tief quergerippt, gelbbräunlich marmorirt.

Die zweite in Kiener's Prachtwerk abgebildete Art widme ich dem für das Triester Museum hochverdienten Herrn Honorar-Director Heinrich Koch und nenne solche *Pterocera Kochii.*

Unser Exemplar ist 8¾ Zoll lang. Die Diagnose zum Unterschiede der vorigen lautet: *fauce rosea, in fundo albido-striata, labio et labro laevissimo.*

Schlanker als vorige. Mündung schmal, glatt, blassfleischfarben. Innenlippe nach aussen glatt, bräunlich, nach innen fleischfarben; in der Mündung nach unten und am oberen Einbuge schwach gerippt. Äussere Lefze von der Mündung aus rosa mit blasseren schwachen Rippen gefurcht; dann blassrosa gesäumt, ins Bräunliche ausrandend. Der oberste Finger erhebt sich über die dritte Windung, selbe deckend und überragend, nach links schräge auslaufend. Von der Basis dieses Fingers senkt sich dessen links umgestülpte Wulst bis zu

Digitized by Google

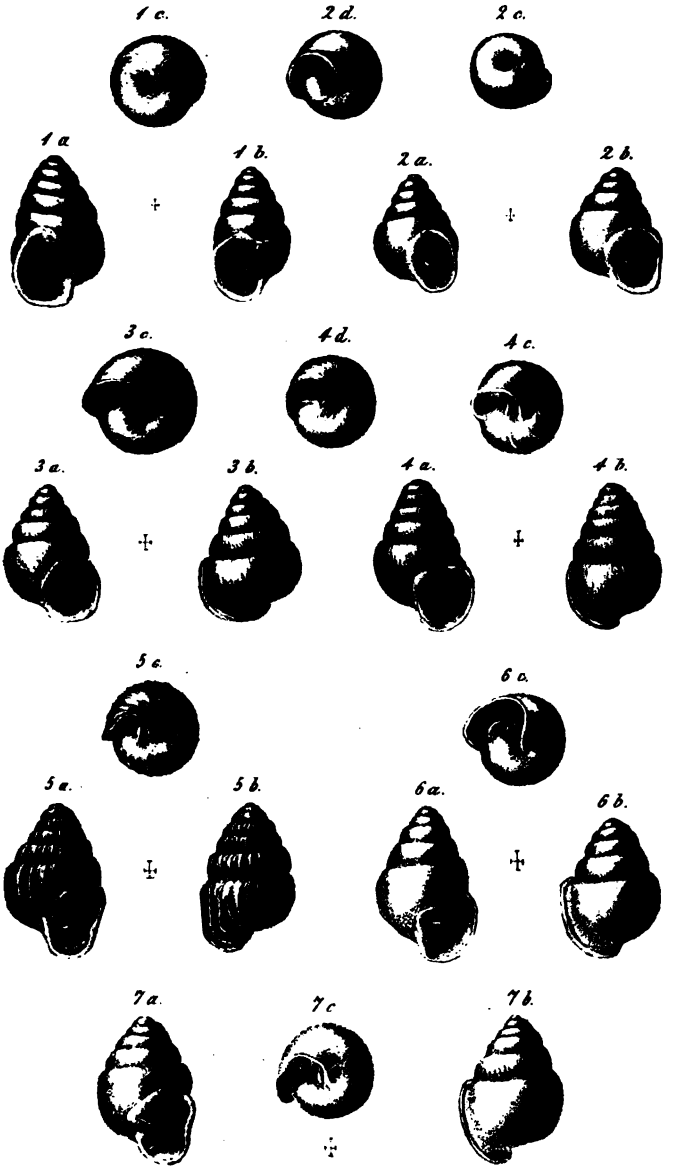



Fig. 1. Carychium Freyeri Schmidt. Fig. 4. Carychium pulchellum Freyer.
" 2. " alpestre Freyer. " 5. " crebratum Freyer.
" 3. " Frauenfeldii Freyer. " 6. " obscurum Schmidt. ?
Fig. 7 Carychium lautum Frauenfeld?



Digitized by Google

Digitized by Google

den obersten Knoten der letzten Windung, wo sich die Lippe in einen wagrecht ausgehenden, am Ende etwas aufgebogenen Finger verlängert. Die drei Seitenfinger der Lefze krallenartig aufgebogen. Der Schwanz ist im geraden Winkel seitwärts mit obigem seitlichen Lippenfinger parallel auslaufend, dessen Ende schwach gekrümmt ist. Die ersten sechs Windungen sind zur Hälfte von der Basis beider Oberfinger eingehüllt. Am Rücken des letzten Umganges knotig, undeutlich gerippt, im Übrigen in weiteren Abständen als bei *Pt. Chiragra* quergerippt, röthlichbraun gefleckt, am Rücken der Finger weiss und braun, abwechselnd wellig und zickzack gefleckt.

Diese Art wird in Triest öfters zum Kaufe angeboten, von ersterer kam mir aber noch kein zweites Exemplar zu Gesichte.

---

## Vortrag.

### *Über einige Cadmium-Salze.*

Von **Karl Ritter v. Hauer.**

(Vorgetragen in der Sitzung vom 14. December 1854.)

Es wurde mir im verflossenen Sommer dieses Jahres die Ehre zu Theil Herrn Professor Rammelsberg, gelegenheitlich seiner damaligen Anwesenheit in Wien, einige Cadmium-Salze, mit deren Darstellung und Analyse ich seit einiger Zeit beschäftigt war, übergeben zu können. Herr Professor Rammelsberg hat nun einige dieser Salze einer krystallographischen Untersuchung unterzogen und theilte mir gütigst die Resultate derselben mit, wofür ich mir erlaube ihm hier meinen ergebensten Dank abzustatten. Es bot dies Veranlassung zu dem folgenden Aufsatze, in welchem ich seinen krystallographischen Bestimmungen die Analyse dieser, so wie einiger anderen Cadmium-Verbindungen angeschlossen habe.

Zur Darstellung der Salze diente kohlensaures Cadmiumoxyd, erhalten aus dem im Handel vorkommenden metallischen Cadmium, durch Auflösen desselben in verdünnter Schwefelsäure unter Zusatz von Salpetersäure — da die Lösung in ersterer nur sehr langsam erfolgt —, Eindampfen zur Krystallisation, und Fällen des durch

Digitized by Google

Umkrystallisiren gereinigten schwefelsauren Salzes aus seiner wässerigen Lösung, mit kohlensaurem Ammoniak.

Bei den Analysen wurde die Fällung des Cadmiumoxydes durch Kalihydrat bewerkstelligt, weil durch dieses eine schnellere und nicht minder genaue Bestimmung als mittelst des gewöhnlich hierzu in Anwendung gebrachten kohlensauren Kalis erzielt wird. Bekanntlich wird Cadmiumoxyd in Berührung mit Kohle beim Glühen sehr leicht reducirt, und dann verflüchtigt, was beträchtliche Verluste in der Analyse herbeiführt, wenn der erhaltene Niederschlag nicht sorgfältig vom Filter getrennt und für sich geglüht wird. Der durch kohlensaures Kali bewirkte Niederschlag von kohlensaurem Cadmiumoxyd ist aber so fein, dass er die Poren des Papiers erfüllt, und haftet auch so stark daran, dass er häufig nicht vollständig davon zu trennen ist. Ferner braucht es längere Zeit, bis sich dieser Niederschlag zu Boden setzt, und durchdringt selbst dann noch leicht das Filter beim Auswaschen. Fällt man mittelst Ätzkali, so bildet der erhaltene Niederschlag von Cadmiumoxydhydrat beim Trocknen eine cohärente Masse, ähnlich dem Thonerdehydrat, welche sehr leicht vollständig vom Filter zu trennen ist. Der erhaltene Niederschlag kann unmittelbar nach der Fällung abfiltrirt, und mit heissem Wasser gewaschen werden. Wiewohl nämlich die Flüssigkeit nach der Fällung trübe erscheint, läuft das Filtrat doch vollkommen rein ab, und durch Waschen mit reinem Wasser ist der Niederschlag bald von dem anhängenden Kali befreit, da dieses demselben weit weniger anhaftet, als den Oxyden des Eisens und des Kupfers. Die Fällung ist endlich eine gleich vollständige, wie durch kohlensaures Kali, wie die folgenden Versuche zeigen:

1·705 Gramm Cadmiumoxyd in Chlorwasserstoffsäure gelöst und mit Kalihydrat gefällt, gaben 1·699 Gramm = 99·648 Procent.

3·539 Gramm Cadmiumoxyd in Salpetersäure gelöst, gaben durch Kalihydrat gefällt 3·536 Gramm = 99·915 Procent.

In beiden Fällen geschah die Filtration unmittelbar nach der Fällung.

## I. Schwefelsaures Cadmiumoxyd.

### *a)* Mit einem Atom Wasser.

Durch Lösen von Cadmium oder Cadmiumoxyd in ziemlich überschüssiger verdünnter Schwefelsäure und Concentriren der Lösung

Digitized by Google

bei der Siedhitze, erhält man ein in warzenförmigen Krystallen anschiessendes Salz. Das Salz krystallisirt unmittelbar beim Erkalten der Lösung und entspricht seiner Zusammensetzung nach dem von Kühn[1]) erhaltenen schwefelsauren Cadmiumoxyd mit einem Atom Wasser nach der Formel:

$$CdO\,SO_3 + HO.$$

Da die Lösung des metallischen Cadmium in Schwefelsäure, auch in der Wärme nur langsam erfolgt, so ist es vortheilhaft zur rascheren Oxydirung öfter etwas Salpetersäure zuzusetzen. In gleicher Weise wird dieses Salz erhalten, wenn man zu einer in der Siedhitze gesättigten Lösung von schwefelsaurem Cadmiumoxyd concentrirte Schwefelsäure hinzufügt, worauf dasselbe alsogleich als ein feines Krystallpulver gefällt wird, und durch Pressen zwischen Fliesspapier, fast vollständig von der anhängenden Schwefelsäure befreit werden kann. Die nach diesen verschiedenen Darstellungsweisen erhaltenen Salze gaben folgende Resultate in der Analyse:

1·004 Gramm gaben 1·038 Gramm schwefelsauren Baryt = 35·45 Procente Schwefelsäure.

1·005 Gramm gaben 1·037 Gramm schwefelsauren Baryt = 35·42 Procente Schwefelsäure.

| | | Berechnet: | | Gefunden: | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 Atom | CdO | 64 | 56·63 | 56·70 | 56.56 |
| 1 „ | $SO_3$ | 40 | 35·39 | 35·45 | 35·54 |
| 1 „ | HO | 9 | 7·97 | 7·85 | 7·90 |
| $CdO.SO_3 + HO$ | | 113 | 99·99 | 100·00 | 100·00. |

An der Luft verwittert das Salz nicht. Bei 100° C. wurden in zwei Versuchen die obigen 7·85 und 7·90 Procente Verlust erhalten; es verliert also bei dieser Temperatur sein Krystallwasser vollständig und hinterlässt trockenes, schwefelsaures Cadmiumoxyd. Beim Glühen verliert es Schwefelsäure und es erübrigt halbschwefelsaures Cadmiumoxyd.

*b)* Mit 8 Atomen Wasser auf 3 Atome schwefelsaures Oxyd.

Bekanntlich beschrieb Stromayer[2]) ein Hydrat des schwefelsauren Cadmiumoxydes mit 4 Atomen Wasser ($CdO.SO_3 + 4HO$

[1]) Gmelin's Handbuch der Chemie. 3. Aufl., III. Bd., S. 56.

[2]) Schweigger's Journal. 22. Bd., S. 362.

Digitized by Google

mit 25·71 Procenten Wasser) als ein Salz, welches grosse, durchsichtige, gerade, rechtwinkelige Säulen bildet, die denen des Zinkvitriols sehr ähnlich sind. Es verwittert seiner Angabe nach an der Luft, während es nach Meissner [1]) luftbeständig ist.

Ich erhielt durch freiwilliges Verdunsten einer gesättigten Lösung sehr wohl ausgebildete grosse Krystalle, welche nach Art der Entstehung und bezüglich ihrer Form, das von Stromayer beschriebene Salz zu sein schienen. Allein die Analyse ergab einen weit geringeren Gehalt an Wasser, als die von Stromayer aufgestellte Formel erfordert. Ich fand im Durchschnitt 18 bis 19 Procente Wasser, und glaubte daher dieses Salz mit dem von Heinrich Rose [2]) beschriebenen Hydrate, welches Weber [3]) analysirt hat und nach der Formel:

$$2(CdO.SO_3) + 5HO$$

zusammengesetzt fand, identificiren zu sollen. Heinrich Rose gibt aber an, dass dieses Salz aus heissen Lösungen anschiesst, und dass es scheinbar reguläre sechsseitige Pyramiden mit abgestumpften Endecken bilde und sein Wasser bei 100° fast vollständig verliere; ferner verlangt die angeführte Formel 17·79 Procente Wasser. Alle diese Eigenschaften zeigten daher keine genügende Übereinstimmung, namentlich die angedeutete wahrscheinliche Krystallgestalt. Es konnte somit vorzüglich nur durch eine genaue krystallographische Untersuchung entschieden werden, mit welchem der beiden angeführten Salze die fraglichen Krystalle in Übereinstimmung zu bringen, oder ob sie ein bisher noch nicht dargestelltes Hydrat von schwefelsaurem Cadmiumoxyd seien. Ich übersendete daher an Herrn Prof. Rammelsberg einige dieser Krystalle und er theilte mir mit, dass ihre Form genau mit dem von Stromayer dargestellten Salze übereinstimme, und verwies mich zum Vergleiche auf sein mittlerweile erschienenes Werk über krystallographische Chemie, in welchem sich eine von ihm ausgeführte Messung dieses Salzes mit den Projectionen angeführt befindet [4]).

---

[1]) Gilbert's Journal. 59. Bd., S. 99.

[2]) Gmelin's Handbuch der Chemie. 5. Aufl., 3. Bd., S. 56.

[3]) Poggendorff's Annalen. 85. Bd., S. 305.

[4]) Handbuch der krystallographischen Chemie von C. F. Rammelsberg. Berlin 1855, S. 104.

Digitized by Google

Die Krystalle des von mir dargestellten Salzes zeigen von den, in dem genannten Werke gegebenen Combinationen nach einer mir von Herrn von Zepharovich freundlichst gemachten Mittheilung, folgende Gestalten mit den übereinstimmenden Winkeln:

$$c = c : \infty a : \infty b$$
$$o' = a : b : c$$
$$p = a : b : \infty c$$
$$q^2 = b : 2c : \infty a$$
$$b = b : \infty a : \infty c.$$

Die Krystalle nach der Axe $a$ verlängert, sind mit vorherrschenden Flächen $c$ ausgebildet, die Flächen $b$ an den meisten nur angedeutet.

Die Analyse des Salzes gab folgende Resultate:

1. 1·005 Gramm erlitten durch schwaches Glühen einen Gewichtsverlust von 0·190 Gramm = 18·90 Procente Wasser.
   1·204 Gramm gaben 0·599 Gramm = 49·75 Procente Cadmiumoxyd.
2. 1·643 Gramm erlitten beim Erhitzen einen Verlust von 0·313 Gramm = 19·05 Procente Wasser, und gaben 1·498 Gramm schwefelsauren Baryt = 31·27 Procente Schwefelsäure.
3. 1·951 Gramm verloren durch Erhitzen 0·368 Gramm = 18·86 Procente Wasser und gaben 0·960 Gramm = 49·20 Procente Cadmiumoxyd.

Aus diesen Analysen, welche eine hinlänglich genaue Übereinstimmung zeigen, geht unzweifelhaft hervor, dass diesem Salze nicht die von Stromayer angegebene Formel zukommt, sondern die erhaltenen Werthe führen zu der Formel:

$$3(CdO.SO_3) + 8HO.$$

| | Berechnet: | | | Gefunden: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | I. | II. | III. |
| 3 Atome | CdO | 192 | 50·00 | 49·75 | 49·68 | 49·20 |
| 3 „ | $SO_3$ | 120 | 31·25 | 31·35 | 31·27 | 31·94 |
| 8 „ | HO | 72 | 18·75 | 18·90 | 19·05 | 18·86 |
| $3(CdO.SO_3) + 8HO$ | | 384 | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00. |

Digitized by Google

Diese Verbindung ist vollkommen luftbeständig, und erweist auch hierin einen Unterschied der von Stromayer angegebenen Eigenschaften. Ich besitze Krystalle, welche seit Monaten aufbewahrt keine Veränderung zeigen; eine Analyse solcher gab die gleiche Menge Wasser wie in den frischen Krystallen gefunden wurde. Bei 100° C. verliert es 11·78 — 11·84 Procente, also nahe 3 Atome Wasser, und ist dann vollkommen undurchsichtig. Bei schwachem Glühen wird der Rest des Wassers ohne Verlust von Schwefelsäure ausgetrieben; bei stärkerem Glühen entweicht die Hälfte der Schwefelsäure und es erübrigt halbschwefelsaures Oxyd. In sehr anhaltender Glühhitze endlich entweicht noch ein Theil der übrigen Schwefelsäure, die Masse schmilzt theilweise, und erscheint braun von entstandenem säurefreien Oxyd.

Die gesättigte wässerige Lösung von schwefelsaurem Cadmiumoxyd siedet bei 102° C.

In einem Theile Wasser lösen sich 0·59 Theile wasserfreies, schwefelsaures Cadmiumoxyd bei 23° C. Die Löslichkeit in heissem Wasser ist nicht viel beträchtlicher.

Schwefelsaures Cadmiumoxyd löst sich in concentrirtem Ammoniak in grosser Menge unter Wärmeentwickelung auf. Beim Verdünnen der Lösung mit Wasser entsteht eine theilweise Fällung von Cadmiumoxydhydrat. Die Lösung des schwefelsauren Oxydes in Ammoniak wird durch kohlensaures Ammoniak nicht sogleich gefällt, beim Erwärmen jedoch alsogleich. Wird die Lösung in Ätzammoniak abgedampft, so überzieht sich die Flüssigkeit mit einer Haut und es setzt sich eine nicht-krystallisirende Masse ab, die sich in Wasser wenig löst. Dasselbe geschieht beim freiwilligen Verdunsten der Lösung, nur nach längerer Zeit. Eine kalt gesättigte Lösung von schwefelsaurem Cadmiumoxyd wird durch Alkohol nicht gefällt. Es setzt sich am Boden des Gefässes eine dicke, ölartige Flüssigkeit ab, während die überstehende Flüssigkeit anfangs trübe erscheint; doch klärt sie sich bald, und es bilden sich nach einiger Zeit am Boden des Gefässes ziemlich grosse Krystalle. Auch von diesen Krystallen hatte ich einige an Herrn Prof. Rammelsberg übergeben. Da dieselben aber zumeist keine spiegelnden Krystallflächen haben, so gestatteten sie nicht eine Messung auszuführen; doch theilte mir derselbe mit, dass sie dieselbe Form wie das oben angeführte Hydrat mit 8 Atomen

Digitized by Google

Wasser zu haben scheinen. Die Analyse ergab auch in der That dieselbe Zusammensetzung:

1. 1·660 Gramm gaben beim Erhitzen einen Gewichtsverlust von 0·312 Gramm = 18·78 Procente Wasser.
   1·541 Gramm gaben 1·416 Gramm schwefelsauren Baryt = 31·52 Procente Schwefelsäure.
2. 1·186 Gramm gaben 1·088 Gramm schwefelsauren Baryt = 31·45 Procente Schwefelsäure.
   1·048 Gramm gaben 0·522 Gramm = 49·80 Procente Cadmiumoxyd.

Hieraus geht die obige Formel hervor; denn stellt man diese Resultate der Analyse mit den berechneten procentischen Mengen zusammen, so ergibt sich:

| | | Berechnet: | | | Gefunden: | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | I. | II. |
| 3 | Atome | CdO | 192 | 50·00 | 49·70 | 49·80 |
| 3 | „ | $SO_3$ | 120 | 31·25 | 31·52 | 31·45 |
| 8 | „ | HO | 72 | 18·75 | 18·78 | 18·75 |
| $3(CdO.SO_3)+8HO$ | | | 384 | 10·000 | 100·00 | 10·000. |

Eine Reihe von Versuchen verschiedener Darstellungsmethoden, welche ich anstellte, macht es sehr wahrscheinlich, dass überhaupt ein Hydrat des schwefelsauren Cadmiumoxydes mit 4 Atomen Wasser nicht existirt. Aus kalten und heissen Lösungen, aus neutralen, wie aus solchen, welche etwas überschüssige Säure enthielten, und endlich auch aus solchen, welche mit Alkohol überschichtet werden, wie eben gezeigt wurde, erhielt ich nie ein Salz, dessen Zusammensetzung einer solchen Formel entsprochen hätte.

Die bis nun bekannten Hydrate des schwefelsauren Cadmiumoxydes wären daher folgende:

In 100 Theilen:

I. $2(CdO.SO_3)+HO$ { 72·32 CdO, 22·60 $SO_3$, 5·08 HO } Dargestellt von Kühn[1]).

[1]) Schweigger's Journal. 60. Bd., S. 344.

Digitized by Google

In 100 Theilen:

II. $CdO.SO_3 + HO$ { 56·63 CdO, 35·39 $SO_3$, 7·97 HO } Dargestellt von Kühn[1]).

III. $2(CdO.SO_3) + 5HO$ { 50·59 CdO, 31·62 $SO_3$, 17·79 HO } Dargestellt von Heinrich Rose[2]).

IV. $3(CdO.SO_3) + 8HO$ { 50·00 CdO, 31·25 $SO_3$, 18·75 HO } Die gewöhnliche Form.

## II. Salpetersaures Cadmiumoxyd.

Erhalten durch Eindampfen und Erkaltenlassen einer Lösung von kohlensaurem Cadmiumoxyd in verdünnter Salpetersäure. Da das Salz sehr leicht löslich ist, so erfolgt die Krystallisation erst bei starker Concentration der Flüssigkeit. Es krystallisirt, wie Stromayer angibt, in strahlig vereinigten Säulen und Nadeln. Ich fand übereinstimmend mit der Beobachtung von Meissner, dass dasselbe an der Luft zerfliesst. Bei 100° C. schmilzt es in seinem Krystallwasser. Die Zusammensetzung ergab sich in gleicher Weise, wie nach der Analyse von Stromayer nach der Formel:

$$CdO . NO_5 + 4HO.$$

1·839 Gramm gaben nämlich 0·750 Gramm = 40·78 Procente Cadmiumoxyd.

| | Berechnet: | | | Gefunden: | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Stromayer. | Hauer. |
| 1 Atom | CdO | 64 | 41·56 | 42·15 | 40·78 |
| 1 „ | $NO_5$ | 54 | 35·07 | 35·78 | 34·41 |
| 4 „ | HO | 36 | 23·37 | 22·07 | 24·81 |
| $CdO . NO_5 + 4HO$ | | 154 | 100·00 | 100·00 | 100·00. |

Die Analyse bezieht sich auf den lufttrockenen Zustand des Salzes. Beim Glühen desselben entweicht Wasser und Salpetersäure und es

---

[1]) Gmelin's Handbuch der Chemie. 5. Aufl., 3. Bd., S. 56.

[2]) Poggendorff's Annalen. 85. Bd., S. 305.

Digitized by Google

bleibt krystallisirtes Cadmiumoxyd zurück, kleine Oktaeder von blauschwarzer Farbe bildend, wie dies schon Schüler[1]) angegeben hat.

### III. Chlorcadmium-Ammoniak.

Es ist von Croft gezeigt worden, dass trockenes Chlorcadmium nahe 3 Atome (53·56 Procente) Ammoniakgas absorbirt. Die hierdurch entstehende Verbindung von der Form:

$$3H_3N + CdCl$$

verliert aber an der Luft Ammoniak bis sie geruchlos geworden ist. Der Verlust an Ammoniak hierbei beträgt 2 Atome und es bleibt somit eine Verbindung von der Form:

$$H_3N + CdCl.$$

Eine, mit dieser letzteren gleiche Verbindung, die also auch nur ein Atom Ammoniak enthält, erhält man nach Croft[2]) durch Auflösen von Chlorcadmium in erhitzter Ammoniakflüssigkeit und Erkaltenlassen, wobei dieselbe sich in krystallinischen Körnern absetzt. Er erhielt nämlich durch Erhitzen einen Gewichtsverlust von 16·63 Procenten ($H_3N$).

Schüler[3]) erhielt durch Versetzen einer Auflösung von Chlorcadmium in Ammoniak mit Salzsäure ein feines Krystallpulver, welches er nach der Formel $3H_3N + CdCl$ zusammengesetzt fand, und gibt an, es sei dieses dasselbe Salz, welches man durch freiwilliges Verdunsten einer Lösung von Chlorcadmium in Ammoniak erhalte. Allein ich habe bei diesem Verfahren ein Salz mit nur einem Atom Ammoniak erhalten, also dasselbe, welches Croft beschreibt, ein Beweis, dass diese Verbindung eben so schnell 2 Atome Ammoniak wieder verliert, wie jene, welche durch Überleiten von Ammoniakgas über Chlorcadmium entsteht. Dieser Verlust an Ammoniak muss schon während dem Trocknen stattfinden. Behufs der Analyse wurde das Salz zwischen Fliesspapier getrocknet.

Analyse: 0·686 Gramm in verdünnter Salpetersäure gelöst gaben 0·896 Gramm Chlorsilber = 32·21 Procente Chlor.

---

[1]) Annalen der Chemie und Pharmacie. 87. Bd., S. 43.
[2]) Philosophical Magaz. by Brewster, Taylor and Phillips. 21. vol. p. 255.
[3]) Annalen der Chemie und Pharmacie. 87. Bd., S. 43.

Digitized by Google

0·852 Gramm gaben 0·503 Gramm Cadmiumoxyd = 51·64 Procente Cadmium.

| | | Berechnet: | | | Gefunden: |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Atom | $H_3N$ | 17 | 15·68 | 16·15 |
| 1 | „ | Cd | 56 | 51·66 | 51·64 |
| 1 | „ | Cl | 35·4 | 32·65 | 32·21 |
| $H_3N + CdCl$ | | | 108·4 | 99·99 | 100·00. |

Wendet man zur Darstellung dieser Verbindung nach dem Verfahren von Croft erhitzte Ammoniakflüssigkeit an, so mengt sich beim Erkalten demselben etwas niederfallendes Oxydhydrat bei, es ist daher besser in der Kälte eine wässerige Lösung von Chlorcadmium so lange mit Ammoniak zu versetzen bis der anfangs gebildete Niederschlag wieder aufgelöst ist, und dann freiwillig verdunsten zu lassen, wobei es sich in Krystallrinden absetzt. Es ist fast unlöslich in Wasser.

Behandelt man kohlensaures Cadmiumoxyd, reines Oxyd oder Oxydhydrat mit wässerigem Salmiak, so lösen sich in demselben beträchtliche Mengen, indem Ammoniak entweicht. Die filtrirte Lösung liefert beim Abdampfen krystallinische Rinden, welche indessen einen sehr verschiedenen Gehalt an Chlorcadmium neben Salmiak erweisen, je nach der Dauer der Einwirkung der letzteren. Wird eine der obigen Verbindungen aber lange mit Salmiak gekocht, dann filtrirt und erkalten gelassen, so setzt sich krystallisirtes Chlorcadmiumammonium ab, und zwar das wasserfreie Salz von der Formel:

$$2H_4N\,Cl + CdCl.$$

### IV. Chlorcadmium-Kalium.

Ich habe bereits in einem früheren Aufsatze die Analysen der Salze aufgeführt, welche Chlorcadmium mit Salmiak bildet, und habe nachgewiesen, dass diese beiden zuerst von Croft dargestellten Salze nicht zu je einem Atom der sie bildenden Verbindungen, sondern nach den Formeln:

$$H_3NCl + 2CdCl + HO \text{ und}$$
$$2H_4NCl + CdCl$$

zusammengesetzt sind.

Digitized by Google

Nach der gleichen Form zusammengesetzte Salze erhält man, wenn man Chlorammonium durch Chlorkalium substituirt.

*a)* **Mit einem Atom Wasser.**

Vermischt man die wässerigen Lösungen von Chlorkalium und Chlorcadmium zu je einem Atom der gelösten Salze, so liefert das Gemische sowohl beim freiwilligen Verdunsten, als beim rascheren Abdampfen ein, in seidenglänzenden feinen Nadeln krystallisirendes Salz. Die Zusammensetzung dieser meist büschelförmig gruppirten Krystalle entspricht der Formel:

$$KaCl + 2CdCl + HO.$$

Das Salz entsteht aber auch bei Gegenwart eines grossen Überschusses von Chlorkalium. Selbst wenn man zwei Atome Chlorkalium auf ein Atom Chlorcadmium mengt, erhält man nicht unmittelbar das weiter unten beschriebene Salz, dessen Zusammensetzung dieser Mengung entspricht.

Analyse: 0·956 Gramm gaben 1·520 Gramm Chlorsilber = 39·24 Procente Chlor.

0·514 Gramm gaben 0·250 Gramm Cadmiumoxyd = 42·55 Procente Cadmium.

Beim Erhitzen des Salzes bei 100° C. wurde ein Gewichtsverlust von 4·28 Procenten erhalten.

| | | Berechnet: | | Gefunden: |
|---|---|---|---|---|
| 1 Atom | Ka | 39·2 | 14·71 | 13·93 |
| 2 „ | Cd | 112 | 42·04 | 42.55 |
| 3 „ | Cl | 106·2 | 39·86 | 39·24 |
| 1 „ | HO | 9 | 3·37 | 4·58 |
| KaCl + 2CdCl + HO | | 266.4 | 99·98 | 100·00. |

Die Analyse bezieht sich auf den lufttrockenen Zustand.

Das Salz ist sehr leicht löslich, es verliert beim Trocknen über Schwefelsäure theilweise, bei 100° C. vollständig sein Krystallwasser, und ist in beiden Fällen undurchsichtig. Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur ist es unveränderlich. Es schmilzt bei stärkerem Erhitzen leicht, verliert aber hierbei auch einen Theil des Chlors und ist dann in Wasser nicht mehr vollständig löslich. In Wasser gelöst, krystallisirt es wieder unverändert aus der Lösung.



Digitized by Google

*b)* Wasserfreies Salz.

Nach Entfernung des angeführten Salzes *a)* aus der Mutterlauge gibt dieselbe beim weitern freiwilligen Verdunsten grosse wasserhelle Krystalle, dem salpetersauren Natron ähnlich, deren Zusammensetzung der Formel:

$$2KaCl + CdCl$$

entspricht. Es zeichnet sich dieses Salz durch seine hohe Krystallisationsfähigkeit aus; während das entsprechende Salmiakdoppelsalz zumeist in treppenförmig zusammengewachsenen, trüben Krystallgruppen erhalten wird, schiesst das Kalisalz leicht in nach allen Seiten vollkommen ausgebildeten, durchsichtigen Krystallen mit lebhaft glänzenden Flächen an.

Diese Verbindung kann unmittelbar nur erhalten werden, wenn man ein wässeriges Gemische von wenigstens 3 Atomen Chlorkalium auf ein Atom Chlorcadmium der Krystallisation überlässt.

Analyse: 0·718 Gramm gaben 1·269 Gramm Chlorsilber = 43·62 Procente Chlor.

1·145 Gramm gaben 0·310 Gramm Cadmiumoxyd = 23·66 Procente Cadmium.

| | | Berechnet: | | Gefunden: |
|---|---|---|---|---|
| 2 Atome | Ka | 78·4 | 32·58 | 32.72 |
| 1 „ | Cd | 56 | 23·28 | 23·66 |
| 3 „ | Cl | 106·2 | 44·14 | 43·62 |
| 2KaCl + CdCl | | 240·6 | 100·00 | 100·00. |

In Wasser ist dieses Salz etwas weniger löslich als das frühere. Lässt man die wässerige Lösung freiwillig verdunsten, so schiesst aus der Lösung anfangs abermals das Salz *a)* an. Bei stärkerem Erhitzen schmilzt es, und verhält sich hierbei wie das früher angeführte Chlorkaliumsalz. An der Luft ist es unveränderlich. Die beiden Salze $2H_4NCl + CdCl$ und $2KaCl + CdCl$, welche isomorph sind, hat Herr Professor Rammelsberg gemessen und folgende Resultate erhalten:

Regulär. Granatoeder $a : a : \infty a$, meist rhomboederähnlich, durch Verkürzung nach einer rhomboedrischen Axe. Die Winkel-

Digitized by Google

*Fig. 1.*

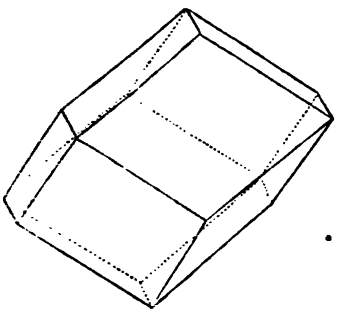
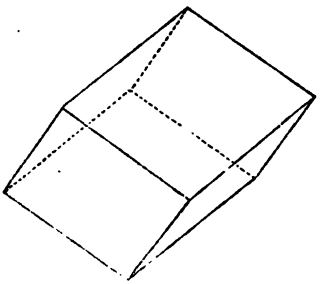


*Fig. 2.*



messungen gaben für sämmtliche Kanten Werthe von 120 und 60 Grade mit geringen Abweichungen.

### V. Chlorcadmium-Natrium.

Eine in der Wärme concentrirte Auflösung, welche Chlorcadmium und Chlornatrium zu gleichen Atomen enthält, setzt binnen kurzer Zeit dieses Doppelsalz ab, welches aus kleinen, trüben, warzenförmigen Krystallen, die ihrer Form nach nicht weiter erkennbar sind, besteht, und deren Zusammensetzung sich in Übereinstimmung mit der Angabe von Croft nach der Formel:

$$NaCl + CdCl + 3HO$$

ergab.

Analyse: 0·742 Gramm Substanz gaben 1·183 Gramm Chlorsilber = 39·35 Procente Chlor.

0·997 Gramm gaben 0·350 Gramm Cadmiumoxyd = 30·72 Procente Cadmium.

| | | Berechnet: | | | Gefunden: |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Atom | Na | 23·2 | 13·11 | 13·06 |
| 1 | „ | Cd | 56 | 31·63 | 30·72 |
| 2 | „ | Cl | 70·8 | 40·00 | 39·35 |
| 3 | „ | HO | 27 | 15·25 | 16·87 |
| NaCl + CdCl + 3HO | | | 177·0 | 99·99 | 100·00. |

Die Analyse bezieht sich auf den lufttrockenen Zustand des Salzes. Bei 100° C. getrocknet, verliert es 12·30 Procente, das ist 2 Atome Wasser; das dritte Atom wird erst zwischen 150° und 160° C. ausgetrieben. Dieses Verhalten deutet wohl also darauf hin



Digitized by Google

dass das Salz 2 Atome Krystallwasser und ein Atom Constitutions-Wasser hat, welches letztere hartnäckiger zurückgehalten wird. Es lässt sich sonach das Salz genauer als eine gewässerte Verbindung von Chlornatrium mit salzsaurem Cadmiumoxyd betrachten, deren Formel:

$$(NaCl + CdO . HCl) + 2HO$$

wäre, wonach das bei 100° C. getrocknete Salz nach Verlust des Krystallwassers die Formel:

$$NaCl + CdO . HCl$$

hat.

Beim Glühen schmilzt es und verhält sich wie die Kaliumsalze. An der Luft ist es unveränderlich.

### VI. Chlorcadmium-Baryum.

Vermischt man die wässerigen Lösungen von Chlorbaryum und Chlorcadmium, und lässt die Lösung freiwillig verdunsten, so schiesst bei einem Überschusse von Chlorbaryum zuerst ein, in kleinen Krystallen auftretendes, schwer in Wasser lösliches Salz an, welches nebst Chlorbaryum unbestimmte Mengen von Chlorcadmium zu enthalten scheint. Nach Entfernung dieser aus der Mutterlauge gibt dieselbe grosse, wohlausgebildete Krystalle, die, wenn sie klein sind, mitunter durchsichtig erscheinen, beim ferneren Anwachsen jedoch nicht mehr durchscheinend sind, während aber die Krystallflächen einen lebhaften Glanz zeigen. Durch Einlegen in gesättigte, frische Laugen lassen sich diese Krystalle zu einer Länge von mehr als einem Zoll binnen wenigen Wochen aufziehen. Durch Vermischen der Lösungen der beiden Verbindungen zu gleichen Atomen wird das Salz unmittelbar erhalten. Es entsteht in gleicher Weise beim freiwilligen Verdunstenlassen, wie beim Abdampfen in der Wärme. Seine Zusammensetzung entspricht der Formel:

$$BaCl + CdCl + 4HO.$$

Analyse: 1·384 Gramm Substanz gaben 0·697 Gramm schwefelsauren Baryt = 29·62 Procente Baryum.

1·146 Gramm gaben 1·419 Gramm Chlorsilber = 30·56 Procente Chlor.

Digitized by Google

| | | Berechnet: | | | Gefunden: |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Atom | Ba | 68·6 | 29·64 | 29·62 |
| 1 | „ | Cd | 56 | 24·20 | 24·17 |
| 2 | „ | Cl | 70·8 | 30·59 | 30·56 |
| 4 | „ | HO | 36 | 15·56 | 15·65 |
| BaCl + CdCl + 4HO | | | 231·4 | 99·99 | 100·00. |

Das Salz ist vollkommen luftbeständig, es löst sich leicht in Wasser und krystallisirt unverändert aus der Lösung. Die obige Analyse bezieht sich auf den lufttrockenen Zustand. Beim Trocknen bei 100° C. verliert es 8·82 Procente, also 2 Atome Wasser; die beiden anderen Atome werden erst bei 160° C. ausgetrieben. Es hat dann ein porzellanartiges Ansehen. Diesem Verhalten des Wassers gemäss dürfte sich die Zusammensetzung des Salzes genauer durch die Formel:

$$(BaO . HCl + HO) + (CdO . HCl + HO)$$

ausdrücken lassen, da sie geeignet ist, die Rolle, welche das Wasser in der Verbindung spielt, ersichtlicher zu machen; das ist eine einfache Verbindung der beiden für sich bekannten Hydrate von salzsaurem Baryt und salzsaurem Cadmiumoxyd. Sonach ist die Zusammensetzung des bei 100° C. getrockneten Salzes, wobei es sein Krystallisationswasser verliert:

$$(BaO . HCl) + (CdO . HCl),$$

und die des bei 160° C. getrockneten, nach Verlust des Constitutionswassers:

$$BaCl + CdCl.$$

Beim Glühen schmilzt es nach Verlust des Wassers zu einer klaren, farblosen Flüssigkeit, die nach dem Erkalten nicht krystallinisch erscheint, und ein schmelzartiges Aussehen zeigt. Die geschmolzene Masse ist in Wasser nicht mehr vollständig löslich, hat also wohl auch einen Theil des Chlors verloren. Dieses bezüglich der Reinheit seiner Formen ausgezeichnet schöne Salz hat Herr Prof. Rammelsberg krystallographisch untersucht und folgende Resultate erhalten:

Digitized by Google

Zwei- und eingliedrig: $a : b : c = 0{\cdot}8405 : 1 : 0{\cdot}5128$,
$0 = 75° 45'$

*Fig. 3.*

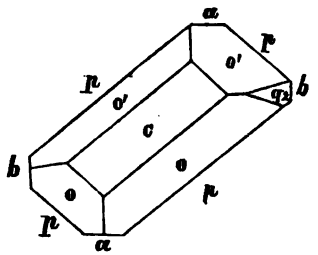
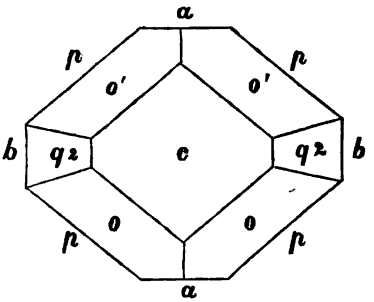



*Fig. 4.*




$0 = a : b : c$ $\quad q^2 = b : 2c : \infty a$, $\quad a = a : \infty b : \infty c$,
$0' = a' : b : c$ $\quad b = b : \infty a : \infty c$,
$p = a : b : \infty c$ $\quad c = c : \infty a : \infty b$.

Die Beobachtungs-Elemente für die Rechnung sind

$p : a = 140° 50'$
$p : c = 101° 0'$
$0' : c = 137° 40'$

Anmerkung: Die beigelegten Zeichnungen hat Herr Victor Ritter von Zepharovich auf mein Ersuchen gefälligst ausgeführt. Sie sind nach den gegebenen Dimensionen als Projectionen auf die Basisfläche, parallel *C* entworfen.

## VII. Bromcadmium-Kalium.

### *a)* Mit einem Atom Wasser.

Bromcadmium und Bromkalium geben in ihren wässerigen Lösungen zu gleichen Atomen gemengt zwei Doppelsalze, welche mit den entsprechenden Chlorverbindungen in Form und Zusammensetzung identisch sind. Es krystallisirt nämlich zuerst ein, seidenglänzende, büschelförmig vereinigte Nadeln bildendes Salz, dessen Zusammensetzung zu der Formel:

$$KaBr + 2CdBr + HO$$

Digitized by Google

führt. Das Salz ist luftbeständig, doch verwittert es gleich der entsprechenden Chlorverbindung bei etwas höherer, als der gewöhnlichen Zimmertemperatur.

Analyse: 0·737 Gramm gaben 1·030 Gramm Bromsilber = 59·47 Procente Brom.

0·864 Gramm gaben 0·280 Gramm Cadmiumoxyd = 28·35 Procente Cadmium.

Die Analyse ist auf den lufttrockenen Zustand des Salzes bezogen.

| | | Berechnet: | | Gefunden: |
|---|---|---|---|---|
| 1 Atom | Ka | 39·2 | 9·79 | 9·40 |
| 2 „ | Cd | 112 | 27·98 | 28·35 |
| 3 „ | Br | 240 | 59·97 | 59·47 |
| 1 „ | HO | 9 | 2·25 | 1·88 |
| KaBr + 2CdBr + HO | | 400·2 | 99·99 | 100·00. |

*b)* Wasserfreies Salz.

Erhalten beim weiteren freiwilligen Verdunsten der Mutterlauge des früheren Salzes. Es ist nach der Formel:

$$2KaBr + CdBr$$

zusammengesetzt, und stimmt auch in allen sonstigen Eigenschaften mit dem angeführten Chlorkaliumsalze derselben Form überein.

Analyse: 1·001 Gramm gaben 1·532 Gramm Bromsilber = 65·03 Procente Brom.

0·869 Gramm Substanz gaben 0·163 Gramm Cadmiumoxyd = 16·41 Procente Cadmium.

| | | Berechnet: | | Gefunden: |
|---|---|---|---|---|
| 2 Atome | Ka | 78·4 | 20·94 | 18·56 |
| 1 „ | Cd | 56 | 14·95 | 16·41 |
| 3 „ | Br | 240 | 64·10 | 65·03 |
| 2KaBr + CdBr | | 374·4 | 99·99 | 100·00. |

Dem Salze war eine kleine Menge des früheren Salzes *a)* beigemengt. Es hatte sich nämlich gleichzeitig noch eine kleine Menge desselben gebildet, und die Krystalle so überdeckt, dass sie nicht

Digitized by Google

vollständig davon getrennt werden konnten. Es stimmen daher die Resultate nicht sehr scharf mit der Berechnung, doch lassen sie keinen Zweifel über die wahre Constitution desselben, was auch die mit den oben angeführten Chlorverbindungen: $2H_4NCl + CdCl$ und $2KaCl + CdCl$ gleiche Krystallgestalt beweist.

Das Bromcadmium, welches zur Darstellung dieser beiden Salze diente, wurde erhalten durch Zusammenbringen von metallischem Cadmium mit Brom und Wasser. Bei der Destillation von Cadmiumoxyd mit Kohle zur Darstellung des Metalles, erhält man dasselbe ausser den zu grösseren Kugeln vereinigten Mengen, auch in einem sehr fein vertheilten Zustande von grauer Farbe, dem Platinmohr sehr ähnlich. In dieser Form ist das Metall zur Verbindung mit Brom am geeignetsten; die Vereinigung erfolgt binnen sehr kurzer Zeit und unter ziemlicher Wärme-Entwickelung. Da hierdurch, auch bei Gegenwart von viel Wasser nicht unbeträchtliche Mengen des Broms in Dampfform ausgetrieben werden, so ist es am zweckmässigsten die Zusammenbringung der beiden Stoffe in einem Kolben zu bewerkstelligen, denselben zu verschliessen, und bei zu starker Erwärmung in kaltes Wasser zu stellen. Die anfangs rothe Lösung entfärbt sich bald vollständig, da wie angedeutet die Verbindung rasch vor sich geht.

### VIII. Schwefelsaures Cadmiumoxyd-Ammoniak.

Dieses zuerst von Mitscherlich dargestellte Salz ist leicht in grossen, wohl ausgebildeten Krystallen zu erhalten, durch freiwilliges Verdunsten einer Lösung, welche die beiden Salze zu gleichen Atomen enthält. Die Krystalle sind luftbeständig und besitzen einen eigenthümlichen Fettglanz, und fühlen sich auch fettartig an; sie sind nur wenn sie klein sind durchscheinend, während grössere Krystalle stets undurchsichtig werden. Die Zusammensetzung des Salzes entspricht der allgemeinen Formel der zahlreichen Salze, welche in diese Reihe gehören:

$$H_4NO . SO_3 + CdO . SO_3 + 6HO.$$

Doch bedarf es einer sehr sorgfältigen Trocknung, um nur diese Menge Wasser zu finden. Unterzieht man grössere Krystalle der Analyse, ohne dieselben in verkleinertem Zustande zu trocknen, so erhält man stets bedeutend mehr Wasser als die obige Formel erfordert, wenn auch die Trocknung durch lange Zeit fortgesetzt wurde,

Digitized by Google

da sie immer mechanisch Wasser einschliessen, welches sehr hartnäckig zurückgehalten wird.

Analyse: 0·859 Gramm gaben 0·898 Gramm schwefelsauren Baryt = 35·85 Procente Schwefelsäure.

1·000 Gramm gab 0·285 Gramm = 28·50 Procente Cadmiumoxyd.

| | | | Berechnet: | | Gefunden: |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Atom | $H_3N$ | 17 | 7·59 | 7·66 |
| 1 | „ | CdO | 64 | 28·57 | 28·50 |
| 2 | „ | $SO_3$ | 80 | 35·71 | 35·85 |
| 7 | „ | HO | 63 | 28·12 | 27·99 |
| $H_4NO.SO_3 + CdO.SO_3 + 6HO$ | | | 224 | 99·99 | 100·00. |

Über Schwefelsäure lässt sich das Salz nicht trocknen, da es hierbei verwittert. Bei 100° C. getrocknet, verliert dasselbe 26·60 Procente, mithin 6 Atome Wasser; das letzte mit Ammoniak verbundene Atom entweicht erst gleichzeitig mit schwefelsaurem Ammoniak, bei höherer Temperatur. Wird das Salz direct einer höheren Temperatur ausgesetzt, so entweicht unter Aufblähen desselben und theilweisem Schmelzen im Krystallwasser, nebst dem Wasser das schwefelsaure Ammoniak vollständig, dann Schwefelsäure und es bleibt halbschwefelsaures Oxyd zurück. Das Salz lässt sich durch Lösen in wenig Wasser ohne Zersetzung umkrystallisiren.

Herr Prof. Rammelsberg hatte die Güte auch dieses Salz zu messen und theilte folgende Resultate mit:

Isomorph mit den Doppelsalzen KaO oder $H_4NO . SO_3 + RO . SO_3 + 6HO$.

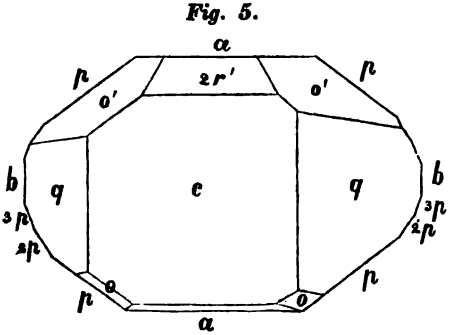
Zwei- und eingliedrig: $a:b:c = 0{\cdot}74315 : 1 : 0{\cdot}4945$,

$0 = 72° 19'$

$0 = a:b:c$
$0' = a':b:c$
$p = a:b:\infty c$
$2p = 2a:b:\infty c$
$3p = 3a:b:\infty c$,

$q = b:c:\infty a$
$2r' = 2a':c:\infty b$,

*Fig. 5.*



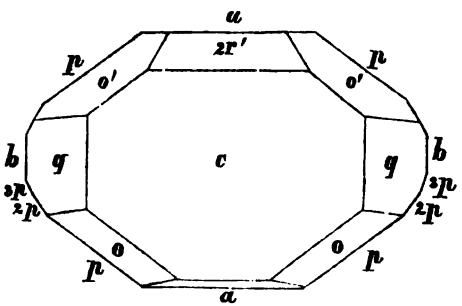

Digitized by Google

$a = a : \infty b : \infty c$
$b = b : \infty a : \infty c$
$c = c : \infty a : \infty b,$

die Beobachtungs-Elemente für die Berechnung sind die Winkel:

$p : p$ über $a = 109° 24'$
$0' : c = 135° 18'$
$0' : p = 120° 21'.$

*Fig. 6.*




Anmerkung. Die beiden Projectionen sind nach der bei den Fig. 3 und 4 angegebenen Methode gleichfalls vom Herrn von Zepharovich gütigst dargestellt.

### IX. Schwefelsaures Cadmiumoxyd-Kali.

Das Salz ist schwierig zu erhalten, da vorwiegend das minder leicht lösliche schwefelsaure Kali anschiesst. Am besten ist es darzustellen durch Sättigen einer Lösung von zweifach schwefelsaurem Kali mit kohlensaurem Cadmiumoxyd, hinzufügen von etwas Schwefelsäure und freiwilliges Verdunstenlassen der Lösung. Durch Concentriren der Lösung in der Wärme und Erkaltenlassen, gelang es nie dasselbe rein zu erhalten. Selbst die schon angeschossenen Krystalle zersetzen sich bei etwas geänderter Temperatur leicht in der Mutterlauge. Grössere Krystalle sind fast gar nicht rein zu erhalten, da sie meistens mit kleinen Krystallen von schwefelsaurem Kali bedeckt werden. Das Salz ist bezüglich seiner Krystallgestalt und Form der Zusammensetzung:

$$KaO . SO_3 + CdO . SO_3 + 6HO$$

gleich mit dem vorigen. Beim Herausnehmen der Krystalle aus der Mutterlauge zeigen diese lebhaft spiegelnde Flächen, allein binnen sehr kurzer Zeit werden sie trübe; die Verwitterung schreitet so rasch fort, dass es schwierig gelang, das Salz mit seinen vollen 6 Atomen Wasser zur Analyse zu bringen, ohne es nicht, mit anhängender Mutterlauge, derselben zu unterziehen.

Analyse: 1·251 Gramm gaben 1·231 Gramm schwefelsauren Baryt = 33·73 Procente Schwefelsäure.

Digitized by Google

1·006 Gramm gaben 0·267 Gramm = 26·54 Procente Cadmiumoxyd.

| | | Berechnet: | | Gefunden: |
|---|---|---|---|---|
| 1 Atom | KaO | 47·2 | 19·25 | 20·23 |
| 1 „ | CdO | 64 | 26·10 | 26·54 |
| 2 „ | $SO_3$ | 80 | 32·62 | 33·73 |
| 6 „ | HO | 54 | 22·02 | 19·50 |
| $KaO.SO_3 + CdO.SO_3 + 6HO$ | | 245·2 | 99·99 | 100·00. |

Hat das Salz nur einige Stunden im geheizten Zimmer gelegen, so findet man nur mehr 5, 4 Atome, und auch noch weniger Wasser.

### X. Schwefelsaures Cadmiumoxyd-Natron.

Erhalten durch Vermengen der beiden Salze zu gleichen Atomen. Die Krystallisation erfolgt ebenfalls schwierig und erst bei starker Concentration der Lösung. Das Salz bildet kleine, warzenförmige Krystalle ähnlich dem schwefelsauren Cadmiumoxyd mit einem Atom Wasser. Im lufttrockenen Zustande enthält es zwei Atome Wasser und ist also nach der Formel:

$$NaO . SO_3 + CdO . SO_3 + 2HO$$

zusammengesetzt.

Analyse: 0·745 Gramm gaben 0·902 Gramm schwefelsauren Baryt = 41·57 Procente Schwefelsäure.

0·914 Gramm gaben 0·299 Gramm = 32·71 Procente Cadmiumoxyd.

| | | Berechnet: | | Gefunden: |
|---|---|---|---|---|
| 1 Atom | NaO | 31 | 16·06 | 16·37 |
| 1 „ | CdO | 64 | 33·16 | 32·71 |
| 2 „ | $SO_3$ | 80 | 41·45 | 41·57 |
| 2 „ | HO | 18 | 9·32 | 9·35 |
| $NaO.SO_3 + CdO.SO_3 + 2HO$ | | 193 | 99·99 | 100·00. |

Dieses Salz scheint ebenfalls leichter erhalten zu werden, wenn etwas überschüssige Säure zugegen ist.

Digitized by Google

## SITZUNG VOM 11. JÄNNER 1855.

Durch das l. Rectorat der Universität Pavia erhielt die Akademie folgende Mittheilung ihres c. M., Herrn Prof. Belli, über das im December v. J. stattgehabte Erdbeben:

„Nella notte dal 28 al 29 corrente Dicembre 1854 si udirono nella città e ne' distretti di Pavia alcune piccole scosse di terremoto. Due assai leggere accaddero avanti la mezza notte fra le ore 11 e le 11½ a tempo vero di Pavia, quasi istantanee entrambe, e coll' intervallo di circa un quarto d'ora l'una dall' altra. Una di queste, avvertita dal Macchinista di Fisica, Pietro Fridel, fu evidentemente ondulatoria nella direzione da Nord a Sud; poichè trovandosi a letto disteso da E. ad O. gli parve sentirsi alzare primo da un fianco e poi dall' altro, un' o due volte. Dell' altra non so accertar la natura; poichè una persona che sentì questa e la precedente, mentre stava studiando, non seppe dir' altro, che d' essersi sentito scosso leggermente il capo. La terza, molto più forte, fu verso le ore 2. 50′ dopo la mezza notte, e fu avvertita da moltissimi, che ne vennero destati, tanto in Pavia, quanto nel vicino Piemonte, p. e. a Stradella in Provincia di Voghera e nella Lumellina. E dalle informazioni prese fu anch' essa ondulatoria, nella già detta direzione da N. a S. giacchè le persone, che stavano in letto steso da E. ad O. sentirono alzarsi ora da un fianco ed ora dall' altro. E chi era steso da N. a S. sentì alzarsi ora i piedi ed ora il capo. Durò questa forse due secondi, lasciando nel cessare un tremore nei vetri delle finestre, che gradatamente svanì."

Digitized by Google

## Eingesendete Abhandlung.

# *Über eine indirecte Methode, die Inclination zu bestimmen.*

Von **Wenzel Zenger**,
prov. Lehrer der Physik am Gymnasium zu Neusohl.

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. December 1854.)

1.

Die Schwierigkeiten, welche der genauen Bestimmung der Inclination durch die Schwingungsmethode und an Inclinatorien entgegenstehen, veranlassen, dass die Resultate dieser Beobachtungen in der Genauigkeit weit jenen der Declinations-Beobachtungen nachstehen; es scheint daher bei der grossen Anzahl magnetischer Beobachtungen, die nun an vielen Orten angestellt werden, nicht ohne Interesse zu sein, durch Aufsuchung anderer, wenn auch indirecter Methoden, eine grössere Genauigkeit hierin anzustreben.

Eine solche indirecte Methode, die Inclination aufzusuchen, bietet die Vergleichung der horizontalen und verticalen Intensität des Erdmagnetismus mittelst der Sinus- oder Tangentenboussole dar. Es ist hierzu blos erforderlich, den Boussolen eine solche Einrichtung zu geben, dass man die Nadel sowohl in eine vollkommen horizontale Ebene, als auch in jene Lage bringen könne, wo blos die verticale Componente des Erdmagnetismus wirkt, und die Nadel sich senkrecht auf die Ebene des Schliessungsleiters um ihre Axe drehe. Bekanntlich findet zwischen Stromstärke $S$, Ablenkungswinkel $\alpha$ und der Intensität der horizontalen Componente $H$ die Beziehung $S = H tg.\ \alpha$ oder $S = H \sin \alpha$ statt, je nachdem man eine Tangenten- oder Sinusboussole gebraucht. Ganz analog lässt sich auch für die Verticalstellung der Nadel die Relation $S = V tg.\ \alpha$ oder $S = V \sin \alpha$ nachweisen. Es stelle Fig. 1, $MM_1$ den Stromleiter einer Tangentenboussole, $NS$ die Nadel in ihrer um $\alpha$ aus dem Meridiane abgelenkten Lage dar, so greifen an dem Pole der Nadel zwei Kräfte an, die eine parallel zur Ebene des Schliessungsleiters, und mit der Intensität der verticalen Componente nach der Richtung $Ny$, die andere senkrecht zu dieser Ebene in der Richtung $Nx$. Zerlegt man diese beiden Kräfte in die auf einander senkrechten Componenten $N\eta$, $y\eta$ und $N\xi$, $x\xi$, so muss im Zustande des Gleichgewichtes $N\eta = N\xi$ sein.

Digitized by Google

Nun ist aber

$$N\eta = Ny \sin \alpha$$

und

$$N\xi = Nx \cos \alpha,$$

woraus

(1) $$Nx = Ny \operatorname{tg}. \alpha$$

folgt, setzt man

$$Nx = S, \quad Ny = V,$$

so ergibt sich

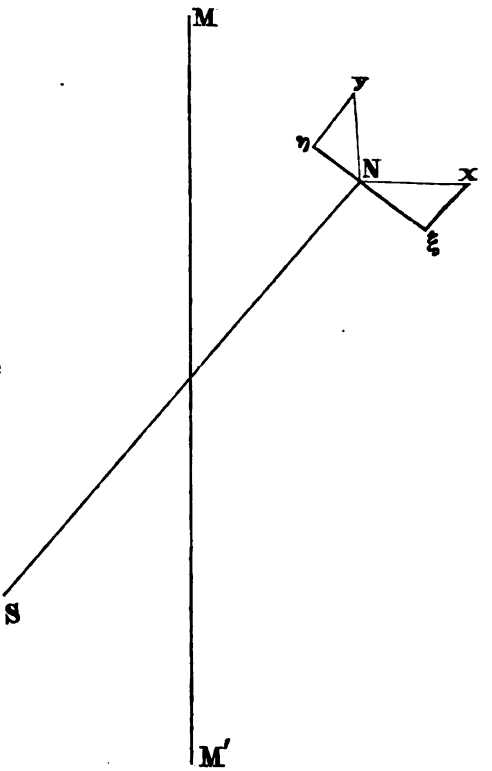
$$S = V \operatorname{tg}. \alpha.$$

Ganz auf ähnliche Weise lässt sich

(2) $$S = V \sin \alpha$$

nachweisen für den Fall einer Sinusboussole. Durch einen Doppelversuch an einer solchen Boussole wird man daher bei bekanntem oder constantem Verhältnisse der Stromstärken, leicht das Verhältniss der horizontalen und verticalen Componente ausmitteln können. Am sichersten ist es denselben Strom zu benützen, indem Mittel genug zu Gebote stehen, der Unveränderlichkeit desselben innerhalb der kurzen Beobachtungsdauer sich zu versichern. Dann wird offenbar $H \operatorname{tg}. \alpha = V \operatorname{tg}. \alpha'$ oder $H \sin \alpha = V \sin \alpha'$, woraus

*Fig. 1.*




$$\frac{V}{H} = \frac{\operatorname{tg}. \alpha}{\operatorname{tg}. \alpha'} \text{ und } \frac{V}{H} = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'}$$

folgt, da aber $V = T \sin i$, $H = T \cos i$ ist, wo $i$ den Inclinationswinkel bedeutet, so findet man

(3) $$\operatorname{tg}. i = \frac{\operatorname{tg}. \alpha}{\operatorname{tg}. \alpha'} \text{ und } \operatorname{tg}. i = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'}.$$

Nachdem das Princip dieser Methode erläutert worden, ist es nöthig die Fehlerquellen näher zu untersuchen, um ihren Einfluss auf die Resultate und die durch diese Methode erreichbare Genauigkeit

Digitized by Google

beurtheilen, und erstere möglichst verringern zu können. Setzt man voraus, dass die Apparate mit jener Sorgfalt gearbeitet sind, auf die jedes genaue Messinstrument Anspruch machen muss, so bleiben doch drei unveränderliche Fehlerquellen theils der Beobachtung selbst, theils in der Unvollkommenheit der Apparate gelegen. Der eine dieser Fehler ist der Beobachtungsfehler bei der Ablesung des Kreises, der zweite in der Einstellung der Nadelebene in eine vollkommen horizontale, oder verticale Lage, der dritte endlich liegt in der praktischen Unmöglichkeit eine Nadel genau zu äquilibriren, wodurch die Ablenkungswinkel bald vergrössert, bald verkleinert werden.

Betrachten wir zuerst die Fehler in der Ablesung, und ihren Einfluss auf das Endresultat, so gibt die Differentiirung der Gleichungen 3. für die Sinusboussole:

$$\frac{di}{d\alpha} = \frac{\sin(\alpha-\alpha')}{\sin^2\alpha}\cos^2 i, \tag{4}$$

für die Tangentenboussole

$$\frac{di}{d\alpha} = \frac{\cos(\alpha+\alpha')\sin(\alpha-\alpha')}{\cos^2\alpha\,\sin^2\alpha'} \tag{5}$$

wo die Änderungen $d\alpha = d\alpha'$ angenommen wurden.

Diese Ausdrücke zeigen, dass der Einfluss eines Ablesungsfehlers mit dem Quadrate des Cosinus des Inclinationswinkels, also sehr rasch abnimmt. Für die Tangentenboussole wird sich gleich ein Minimum dieses Einflusses durch eine geeignete Wahl der Stromstärke erzielen lassen, setzt man nämlich $\frac{di}{d\alpha} = 0$, so wird $\cos(\alpha+\alpha')\sin(\alpha-\alpha') = 0$, und dies führt auf $\cos(\alpha+\alpha') = 0$, welche Bedingungsgleichung mit $tg.\, i = \frac{tg.\,\alpha}{tg.\,\alpha'}$, combinirt auf

$$tg.\,\alpha = \sqrt{tg.\,i} \text{ oder } tg.\,\alpha' = \frac{1}{\sqrt{tg.\,i}} = \sqrt{cot.\,i}$$

führt.

Nimmt man z. B. an, die genähert bekannte Inclination eines bestimmten Ortes sei 62°, so ergibt sich $tg.\,\alpha' = tg.\,34°10'$, wählt man den Strom von solcher Intensität, dass er nahezu diese Ablenkung an der verticalen Boussole hervorbringt, so findet man an der horizontalen z. B. $tg.\,\alpha = tg.\,53°54'$, woraus $tg.\,i = 63°40'$ folgt. Berechnet man hiermit den Differentialquotienten $\frac{di}{d\alpha}$, so findet man $\frac{di}{d\alpha} = 0{\cdot}0108$. Da man bei jeder grösseren Boussole 0·1 noch schätzen

Digitized by Google

kann, so wird $di = 0^{\circ}00108 = 3''.89$ nicht übersteigen. Wiederholte Versuche werden offenbar die Resultate noch genauer machen.

Der Fehler wird daher nie von bedeutendem Einflusse auf Messungen mit der Tangentenboussole sein können, da man es in der Macht hat ihn unmerklich zu machen; nicht dasselbe gilt von der Sinnusboussole, denn für diese lässt sich die Bedingungsgleichung $sin(\alpha - \alpha') = 0$ nur für den Fall erfüllen, dass $\alpha = \alpha'$ d. h. $tg.i = 1$ oder $i = 45^{\circ}$; im Allgemeinen, wird jedoch der Fehler um so geringer, je grösser die Ablenkungswinkel werden, die man hier aber auch der Genauigkeit unbeschadet beliebig gross nehmen kann. Ein relatives Minimum erreicht $\frac{di}{d\alpha}$ für $\alpha = 90^{\circ}$, wo dann $\frac{di}{d\alpha} = cos\,\alpha' cos^2 i$ ist, woraus die rasche Abnahme des Werthes des Differentialquotienten für grosse Ablenkungswinkel und bedeutende Inclination ersichtlich wird.

3.

Der Fehler in der Einstellung der Nadelebene wird sich durch die vollkommenen Mittel der Ausführung, welche jetzt zu Gebote stehen, sehr leicht auf ein unmerkliches herabbringen lassen, jedenfalls wird man als die möglichen Grenzwerthe dieser Genauigkeit $0^{\circ}5$ und $0^{\circ}1$ anzunehmen vollkommen berechtigt sein.

Liegt die Nadelebene genau im magnetischen Meridiane, so wirkt die Totalkraft des Erdmagnetismus auf die Nadel, dreht man aber die Nadel aus der Meridianebene heraus, so wird ein um so grösserer, dem Sinus des Winkels der Vertical- und Meridianebene proportionaler Theil der horizontalen Componente aufgehoben, je grösser die Drehung wird. Es bleibt daher blos der dem Cosinus des Winkels proportionale Theil der horizontalen Componente übrig, nennt man diesen Winkel $\beta$, die wirkende Kraft des Erdmagnetismus $T$, so ist

$$T'^2 = V^2 + H\,cos^2\beta = T^2\,(sin^2 i + cos^2 i\,cos^2\beta);$$

ebenso findet man bei nicht genau horizontaler Lage der Nadelebene

$$T''^2 = V\,cos\,\beta' + H = T^2\,(sin^2 i\,cos^2\beta' + cos^2 i).$$

Ist daher die Einstellung um die Winkel $90 - \beta$, $90 - \beta'$ fehlerhaft, so ist in der Formel

$$\frac{V}{H} = tg.\,i,\ \text{für } V, T' \text{ für } H, T'$$

Digitized by Google

zu setzen, und daher $\frac{T'}{T''} = tg.\ i'$ und

$$tg.\ i' = \sqrt{\frac{\sin^2 i + \cos^2 i \cos^2 \beta}{\cos^2 i + \sin^2 i \cos^2 \beta'}} = \frac{tg.\ \alpha}{tg.\ \alpha'}$$

oder

$$tg.\ i = \sqrt{\frac{\sin^2 i + \cos^2 i \cos^2 \beta}{\cos^2 i + \sin^2 i \cos^2 \beta'}} = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'} \qquad (6)$$

Diese Gleichungen kann man auch

$$tg.\ i' = tg.\ i \sqrt{\frac{1 + \cot^2 i \cos^2 \beta}{1 + tg.^2 i \cos^2 \beta'}} = \frac{tg.\ \alpha}{tg.\ \alpha'}$$

oder

$$tg.\ i' = tg.\ i \sqrt{\frac{1 + \cot^2 i \cos \beta}{1 + tg.^2 i \cos \beta'}} = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'}$$

schreiben. Nimmt man beide Einstellungen gleich fehlerhaft an, so wird $tg.\ i = tg.\ i'$, wenn $i = 45^0$ ist; weil dann $\cot i = tg.\ i$ und daher

$$\sqrt{\frac{1 + \cot^2 i \cos^2 \beta}{1 + tg.^2 i \cos^2 \beta'}} = 1$$

wird.

Für die mittlere Inclination wird daher der Einfluss dieses Fehlers ein Minimum.

Sucht man wieder aus (6) die Bedingungsgleichung für die geringste Abweichung im Resultate bei fehlerhafter Einstellung, so erhält man durch Differentiation, indem man

$$\frac{tg.\ \alpha'}{tg.\ \alpha} = c, \quad \frac{\sin \alpha'}{\sin \alpha} = c',$$

als constant und fehlerfrei annimmt;

$(\cos^2 i + \sin^2 i \cos \beta)\ (2 \sin i \cos i\, di. - 2 \sin i \cos i \cos^2 \beta\, di - 2 \cos^2 i \sin \beta \cos \beta\, d\beta) - (\sin^2 i + \cos^2 i \cos^2 \beta)\ [-2 \sin i \cos i\, di + 2 \sin i \cos i \cos^2 \beta\, di - 2 \sin^2 i \cos \beta \sin \beta\, d\beta] = 0,$

welcher Ausdruck reducirt

$$\frac{di}{d\beta} = \frac{(\cos^2 i - c^2 \sin^2 i) \sin^2 \beta}{(1 + c^2) \sin^2 \beta \sin 2i}$$

oder

$$\frac{di}{d\beta} = \frac{(\cos^2 i - c'^2 \sin^2 i) \sin 2\beta}{(1 + c'^2) \sin^2 \beta \sin 2i}$$



Digitized by Google

gibt. Hieraus folgt, wenn $\frac{di}{d\beta} = 0$ angenommen wird:

$$\cos^2 i - c^2 \sin^2 i = 0 \text{ und } \cos^2 i - c' \sin^2 i = 0,$$

hieraus

$$c = tg.\ i \quad \text{und} \quad c' = tg.\ i$$

daher

$$\frac{tg.\ a}{tg.\ a'} = tg.\ i \text{ und } \frac{\sin a}{\sin a'} = tg.\ i$$

die Bedingung des geringsten Einflusses ausdrücken, da diese Gleichungen identisch sind mit jenen, aus welchen $i$ gefunden wird, so umfasst diese Methode den für die Genauigkeit des Resultates vortheilhaftesten Fall.

Um den Einfluss dieses Fehlers auf das Endresultat ersichtlich zu machen, folgen für verschiedene Inclinationen die Änderungen $di$, berechnet für die oben angenommenen beiden Grenzwerthe $da = 0°5$ und $da' = 0°1$, indem man den ersteren, als den noch zulässigen, den letzteren, als den leicht erreichbaren Grad der Genauigkeit in der Einstellung betrachten kann.

| $i$ | $di$ | | $i$ | $di$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $da = 0°5$ | $da' = 0°1$ | | $da = 0°5$ | $da' = 0°1$ |
| 1° | + 14′ 59″ | + 1′ 24″ | 50° | − 0′ 6″ | − 0′ 0·5″ |
| 5 | 2 58 | 0 16 | 60 | 0 18 | 0 2 |
| 10 | 1 17 | 0 8 | 70 | 0 38 | 0 4 |
| 20 | 0 38 | 0 4 | 80 | 1 26 | 0 8 |
| 30 | 0 18 | 0 2 | 85 | 2 57 | 0 17 |
| 40 | 0 6 | 0 0·5 | 89 | 12 0 | 1 22 |

## 4.

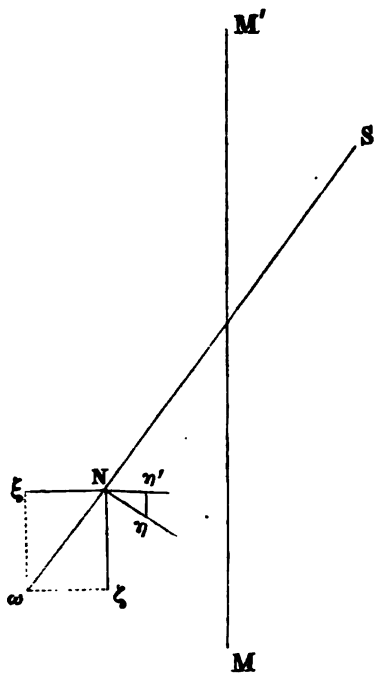
Die vorstehenden Betrachtungen setzen voraus, dass auf die Nadel keine anderen Kräfte als die Stromkraft und der Erdmagnetismus wirken, was jedoch nur dann richtig ist, wenn die Magnetnadel vollkommen äquilibrirt ist, d. h. ihr Schwerpunkt mit der Umdrehungsaxe zusammenfällt. Da jedoch diese Bedingung auch nicht nahe genug sich praktisch durchführen lässt, so müssen die Beobachtungen von dem Einflusse befreit werden, den die Überwucht eines Nadelendes auf dieselben ausübt.

Digitized by Google

Hierzu gibt es zwei Wege, entweder sucht man, wie dies bei den Beobachtungen an Inclinatorien der Fall ist, durch das Beobachtungsverfahren diesen Einfluss zu beseitigen, indem man mit umgekehrtem Magnetismus der Nadel den Versuch wiederholt, oder denselben für jede Beobachtung berechnet, was wohl besonders bei sehr genauen Versuchen das Rathsamste ist.

Die Wirkung der Überwucht wird offenbar dadurch sich äussern, dass sie am Nadelende, wie an einem Hebelarme angreifend, die Wirkung der Stromkraft bald vermindern, bald vermehren wird. Um dies deutlicher zu machen, wollen wir zuerst den Fall der Sinusboussole betrachten, wenn die Nadel vertical steht, und das schwerere Nadelende nach unten gekehrt ist. Ist in (Fig. 2) *NS* die Lage der abgelenkten Nadel, so wirkt nebst der Stromstärke *S* noch die Überwucht *p* des Nadelendes, die man sich als ein kleines am schwereren Ende angebrachtes Gewicht denken kann, und sucht die Nadel in die verticale Stellung zurückzuführen. Man kann nun diese Kraft *p* in zwei aufeinander senkrechte Componenten zerlegen, wovon die eine in die Verlängerung der Nadelaxe fällt, und aufgehoben wird, die andere, wie aus der Figur ersichtlich ist, senkrecht zu derselben und in der der Stromkraft gerade entgegengesetzten Richtung wirkt, diese also theilweise aufhebt. Diese Componente ist aber offenbar dem Sinus des Ablenkungswinkels proportional, bezeichnen wir sie mit $p'$, so ist $p' = p \sin \alpha$; man kann die Sache also so auffassen, als ob nicht die ganze Stromkraft *S*, sondern nur $S - p'$ am Nadelende wirken würde; man erhält dann die Bezeichnung $S - p' = V \sin \alpha$ für den Zustand des Gleichgewichtes.

*Fig. 2.*






Digitized by Google

Das Entgegengesetzte findet offenbar dann Statt, wenn das schwerere Nadelende nach oben gekehrt ist, so dass für diese Lage der Nadel $S + p'' = V \sin \alpha'$ wird. Die Componente der Überwucht, welche wir die relative Überwucht nennen wollen, bewirkt also hier eine Vergrösserung des Ablenkungswinkels, im ersten Falle eine Verminderung.

Beobachtet man daher mit Umkehrung des Magnetismus die Ablenkungen $\alpha$ und $\alpha'$ der Nadel, so findet man durch Addition:

$$2\,S + p\,(\sin \alpha' - \sin \alpha) = V\,(\sin \alpha' + \sin \alpha),$$

durch Subtraction erhält man:

$$p\,(\sin \alpha' + \sin \alpha) = V\,(\sin \alpha' - \sin \alpha).$$

Da die kleinen Grössen $p' = p \sin. \alpha$ und $p'' = p \sin. \alpha'$ sehr wenig unterschieden sind, ihre Differenz jedenfalls als eine Grösse zweiter Ordnung betrachtet werden kann, so erhält man aus der ersten Gleichung angenähert $2\,S = V\,(\sin \alpha' + \sin \alpha)$, oder $S = V \sin \left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) \cos \left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right)$, aus der zweiten:

$$\frac{p}{V} = \frac{\sin \alpha' - \sin \alpha}{\sin \alpha' + \sin \alpha} = tg. \left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right) \cot \left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right).$$

An einer horizontalliegenden Nadel wirkt die Überwucht nur als ein Zug abwärts, da aber die Nadel nur um eine senkrechte Axe beweglich ist, so wird sie durch den Widerstand an dieser Axe aufgehoben, und daher bleibt sowohl für die Sinus- als Tangentenboussole die Beziehung $S = H \sin \beta$ und $S = H\,tg.\,\beta$ ungeändert, daher horizontale Boussolen in dieser Beziehung vorzuziehen sind, wiewohl sie für Messungen unter Inclination, die kleiner als 45° sind, weniger empfindlich als verticale sind.

Aus den Gleichungen $S - p' = S - p \sin \alpha = V \sin \alpha$ und $S + p'' = S + p \sin \alpha' = V \sin \alpha'$, (7) folgt, wenn man sie mit der Gleichung $S = H \sin \beta$ verbindet.

$$\frac{V}{H} \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{S - p'}{S} \quad \text{und} \quad \frac{V}{H} \frac{\sin \alpha'}{\sin \beta} = \frac{S + p''}{S},$$

durch Addition erhält man, wenn man gleich $\frac{V}{H} = tg.\ i$, ferner $p' = p \sin \alpha$, $p'' = p \sin \alpha'$ setzt:

$$2 + \frac{2p}{S} \sin \left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right) \cos \left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) = \frac{2\,tg.\,i}{\sin \beta} \sin \left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) \cos \left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right),$$

Digitized by Google

woraus folgt:

$$1 + \frac{p}{S} \sin\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right) \cos\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) = \frac{tg.\, i}{\sin\beta} \sin\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) \cos\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right); \quad (8)$$

durch die Subtraction der obigen Gleichungen erhält man aber:

$$tg.\, i \frac{\sin\alpha' - \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{p}{S} (\sin\alpha' + \sin\alpha),$$

woraus man

$$\frac{p}{S} = \frac{tg.\, i}{\sin\beta} \cot\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) tg.\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right)$$

findet; substitutirt man dies in die Gleichung (8); so ist

$$1 + \frac{tg.\, i}{\sin\beta} \cot\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) tg.\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right) \sin\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right) \cos\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) =$$

$$= \frac{tg.\, i}{\sin\beta} \cos\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right) \sin\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right);$$

und daher

$$1 = \frac{tg.\, i}{\sin\beta} \left( \frac{\cos^2\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right) \sin^2\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) - \cos^2\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) \sin^2\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) \cos\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right)} \right) =$$

$$= \frac{tg.\, i}{\sin\beta} \frac{\sin\alpha \sin\alpha'}{\sin\left(\frac{\alpha + \alpha'}{2}\right) \cos\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right)},$$

dies gibt endlich

$$tg.\, i = \frac{\sin\beta \sin\frac{1}{2}(\alpha' + \alpha) \cos\frac{1}{2}(\alpha' - \alpha)}{\sin\alpha \sin\alpha'}.$$

Ist $\alpha = \alpha'$, d. h. der Fehler wegen der Überwucht nicht vorhanden, so wird $tg.\, i = \frac{\sin\beta \sin\alpha}{\sin^2\alpha} = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$, wie früher.

Bei der Tangentenboussole ist im Zustande des Gleichgewichtes $S\cos\beta = H\sin\beta$ für die horizontale Nadel, welche Relation durch die Überwucht nicht geändert wird, für die verticale jedoch wirkt die relative Überwucht $p' = p \sin\alpha$ der Stromcomponente $S\cos\alpha$ entgegen, wenn das schwerere Ende nach unten gerichtet ist, und für diesen Fall ist sonach: $S\cos\alpha - p\sin\alpha = V\sin\alpha$ oder $S - p\,tg\,\alpha = V\,tg\,\alpha$, für den entgegengesetzten Fall wird: $S + p\,tg\,\alpha' = V\,tg.\,\alpha'$; aus der Verbindung der beiden Gleichungen folgt:

$$1 - \frac{p}{S} tg.\, a = tg.\, i \frac{tg.\,\alpha}{tg.\,\beta} \quad \text{und} \quad 1 + \frac{p}{S} tg.\,\alpha' = tg.\, i \frac{tg.\,\alpha'}{tg.\,\beta},$$

Digitized by Google

woraus

$$tg.\, i = \frac{tg.\, \beta\, sin\, (\alpha' + \alpha)}{2\, sin\, \alpha\, sin\, \alpha'}, \quad \text{und} \quad \frac{p}{V} = \frac{sin\, (\alpha' - \alpha)}{cos\, \alpha\, cos\, \alpha'}$$

sich ergibt; wird $\alpha = \alpha'$, so folgt

$$tg.\, i = \frac{2\, tg.\, \beta\, sin\, \alpha\, cos\, \alpha}{2\, sin\, \alpha\, sin\, \alpha} = \frac{tg.\, \beta}{tg.\, \alpha}.$$

Hat man daher durch einen Vorversuch für eine bestimmte Sinus- oder Tangentenboussole ausgemittelt, welches Ende das schwerere ist und kennt man daher das Verhältniss $\frac{p}{V}$, so kann man für jeden künftigen Versuch diese Correction anbringen, ohne erst den Nadelmagnetismus umkehren zu müssen. Da für die Correction $S = V\, sin\, \alpha$ oder $S = V\, tg.\, \alpha$ einen hinreichend genauen Werth zur Berechnung von $\frac{p}{V}$ gibt, so ist die genaue Formel für die Sinusboussole

$$1 \pm \frac{p}{S}\, sin\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right) cos\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) = 1 \pm \frac{p}{V} \frac{sin\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right) cos\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right)}{sin\, \alpha} =$$

$$= \frac{tg.\, i}{sin\, \beta}\, sin\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) cos\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right),$$

oder

$$tg.\, i = \left(1 \pm \frac{p}{V} \frac{sin\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right) cos\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right)}{sin\, \alpha}\right) \frac{sin\, \beta}{sin\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) cos\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right)} =$$

(9)

$$= \frac{sin\, \beta}{sin\left(\frac{\alpha' + \alpha}{2}\right) cos\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right)} \pm \frac{p}{V} \frac{tg.\frac{\alpha' - \alpha}{2}\, cot\frac{\alpha' + \alpha}{2}}{sin\, \alpha},$$

wo das obere Zeichen für das nach oben gerichtete schwerere Ende gilt.

Dieser Ausdruck zeigt, dass der Einfluss der Überwucht um so mehr verschwindet, je näher $cot\, (\alpha' + \alpha) = 0$, d. h. $\alpha' + \alpha = 90^0$ wird, daher man vortheilhaft mit starken Ablenkungen experimentirt, wodurch zugleich auch die übrigen Fehler sich verringern. Für die Tangentenboussole findet man

$$\frac{p}{S} = \frac{p}{V\, tg.\, \alpha} - \frac{sin\, (\alpha' - \alpha)}{sin\, \alpha\, cos\, \alpha'},$$

und daher

(10)

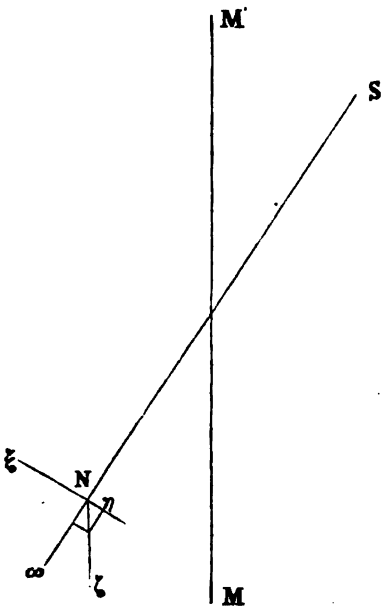
$$tg.\, i = \left(1 \pm \frac{p}{V} \frac{sin\left(\frac{\alpha' - \alpha}{2}\right)}{sin\, \alpha\, cos\, \alpha'}\right) \frac{tg.\, \beta}{tg.\, \alpha}$$

Digitized by Google

5.

Um den Einfluss der Überwucht eines Nadelendes auch für das Inclinatorium zu berechnen, stelle (Fig. 3) $N\omega$ die Richtung der Totalkraft des Erdmagnetismus, $N\xi$ die horizontale, $N\zeta$ die verticale Componente, und $N\eta$ die relative Überwucht dar, so kann man letztere in zwei Componenten so zerlegen, dass die Componente $N\eta'$ der Richtung der horizontalen Componente entgegenwirkt, so dass nur $N\xi - N\eta'$ zur Wirkung gelangt.

*Fig. 3.*




Da

$$N\eta' = N\eta \sin i,$$

und

$$N\eta = \pi' = \pi \sin (90^0 - i),$$

da der Ablenkungswinkel den Inclinationswinkel zu 90° ergänzt, so ist

$$N\eta' = N\eta \sin i = \pi' \sin i = \pi \sin i \cos i \text{ oder } N\eta' = \frac{\pi}{2} \sin 2i.$$

Statt der horizontalen Componente wirkt daher die Kraft $H' = H - \frac{\pi}{2} \sin 2i$, und man wird daher einen von $i$ abweichenden Werth $i'$ erhalten. Da aber $H' = T \cos i'$, so ist $H - \frac{\pi}{2} \sin 2i' = T \cos i'$.

Ist das obere Ende schwerer, so ist $H'' = T \cos i''$ oder $H - \frac{\pi}{2} \sin 2i'' = T \cos i''$; woraus

$$\frac{2H}{\sin 2i'} - \pi = \frac{2T \cos i'}{\sin 2i'}, \text{ und } \frac{2H}{\sin 2i''} + \pi = \frac{2T \cos i''}{\sin 2i''}$$

folgt; addirt man beide Gleichungen, so folgt:

$$2H\left(\frac{1}{\sin 2i''} + \frac{1}{\sin 2i'}\right) = 2T\left(\frac{\cos i''}{\sin 2i''} + \frac{\cos i'}{\sin 2i'}\right);$$

Digitized by Google

daher ist

$$H = \frac{T(\cos i' \sin 2i'' + \cos i'' \sin 2i')}{\sin 2i'' + \sin 2i'} =$$

$$= \frac{2T \cos i' \cos i'' \sin\left(\frac{i''+i'}{2}\right) \cos\left(\frac{i''-i'}{2}\right)}{2\cos\left(\frac{i''+i'}{2}\right) \sin\left(\frac{i''+i'}{2}\right) \cos(i''-i')} =$$

$$= \frac{T \cos i' \cos i'' \cos\left(\frac{i''-i'}{2}\right)}{\cos(i''-i) \cos\left(\frac{i''+i'}{2}\right)}.$$

Da aber $H = T \cos i$ ist, so folgt

(11)
$$\cos i = \frac{\cos i' \cos i'' \cos\left(\frac{i''-i}{2}\right)}{\cos(i''-i) \cos\left(\frac{i''+i'}{2}\right)}$$

Nimmt man hier $i' = i''$ an, so wird $\cos i = \frac{\cos^2 i''}{\cos i'} = \cos i''$, also $i = i''$, d. h. dann ist das Resultat frei vom oben erwähnten Fehler.

Durch Subtraction der obigen Gleichungen erhält man

$$\frac{\pi}{T} = -\frac{\sin\frac{i''-i}{2}}{\cos\left(\frac{i''+i}{2}\right) \cos(i''-i')}.$$

In dem „Entwurfe eines meteorologischen Beobachtungssystems" findet sich folgende, vom Herrn Director der meteorologischen Reichsanstalt an einem Repsoldischen Inclinatorium angestellte Beobachtung der Inclination zu Prag, für die Lagen Ost und West des Kreises bei entgegengesetzten Magnetismen:

| Magnetismus *A.* | Kreis Ost. | Kreis West. | Magnetismus *B.* | Kreis Ost. | Kreis West. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Lage . . . | 44° 59′ | 93° 1′ | 1. Lage . . . | 47° 12′ | 94° 50′ |
| 2. Lage . . . | 47 1 | 95 5 | 2. Lage . . . | 45 17 | 92 42; |

hieraus ergibt sich $i' = 65°\,58'\,30''$ für den Magnetismus $A$, $i'' = 66°\,14'\,15''$ für $B$, berechnet man die Inclination nach obiger Formel, so findet man $i' = 66°\,6'.0$, während das Mittel mehrerer anderer Versuche $66°\,4'.5$ ergab. Ebenso kann man $\frac{\pi}{T} = -0.0056554$ oder nahezu $1/_{6000}$ der Intensität des Erdmagnetismus aus den gegebenen Werthen finden. Diese Werthe zeigen, wie genau die Nadel äquilibrirt war, so wie dass ein viel grösserer Nachtheil von der Reibung an den Axen, als von der Überwucht bei so genau

Digitized by Google

gearbeiteten Instrumenten zu besorgen ist, denn im Mittel gibt bei verschiedenen Magnetismen die Ablesung nur eine Differenz von 14'.5 und 17'.0 Minuten, hingegen bei denselben Magnetismen von 2°2', also nahezu achtmal so viel; daher der Einfluss der Reibung ein viel bedeutenderer ist, als jener der Überwucht. Darin liegt ein Vortheil der vorstehenden Methode, der gewiss sehr richtig ist, denn an der Sinus- und Tangentenboussole eliminirt sich die Reibung, da sie jede Kraft nach constantem Verhältnisse schwächt, von selbst, und lässt die Formeln ganz ungeändert, während an Inclinatorien noch kein Mittel zu Gebote steht, sie zu beseitigen oder die Resultate von ihr zu befreien.

Auch hier kann man durch Vorversuche $\frac{\pi}{T}$ ausmitteln, und für jeden weiteren Versuch in Rechnung bringen nach der Formel:

$$\cos i = \cos i' \mp \frac{\pi}{T} \frac{\sin 2i'}{2},$$

wo das obere Zeichen für den Fall gilt, dass das schwerere Nadelende nach unten gerichtet ist. Die Correction $\frac{\pi}{T}$ erreicht ihr Maximum für $i' = 45°$, wo sie $\frac{\pi}{2T}$ wird, und hat zwei Minima für $i' = 0$ und $i' = 90°$, indem im ersten Falle die horizontale Componente der Überwucht verschwindet, daher der Einfluss auf die horizontale Componente des Erdmagnetismus Null werden muss, im zweiten Falle hingegen steht die Nadel senkrecht, und die Überwucht wird durch den Widerstand der Axe gänzlich aufgehoben.

Durch die vorhergehenden Betrachtungen ist sonach nachgewiesen, dass die Fehler der Ablesung und Einstellung, wenigstens für unsere Gegenden sich leicht innerhalb der Grenzen von 4—5″ erhalten lassen, dass der Einfluss der Reibung auf die Endresultate nicht wirken könne, und jene der Überwucht durch Vorversuche sich ausmitteln lässt, die es unnöthig erscheinen lassen den Nadelmagnetismus bei jeder Beobachtung umzukehren, indem man durch Vorversuche leicht die Grösse der Correction

$$\frac{p}{V} \frac{tg.\frac{\alpha'-\alpha}{2} \cot\left(\frac{\alpha'+\alpha}{2}\right)}{\sin \alpha} \text{ und } \frac{p}{V} \frac{\sin\frac{\alpha'-\alpha}{2}}{\sin \alpha \cos \alpha'},$$

für die Sinus- und Tangenten-Boussole mit $\frac{\alpha' + \alpha}{2}$ als Argument in eine Tafel bringen kann; da diese Werthe sehr klein und wenig von

Digitized by Google

einander verschieden sein werden, so wird eine Tafel von 10 zu 10 Grad genügen; in den meisten Fällen wird man aber diese Correction nur einmal ausmitteln, und für alle Werthe von $a$ und $a'$ als constant annehmen können. Zu den ebenerwähnten Vorzügen der Methode kömmt noch der hinzu, dass dieser Doppelversuch so schnell ausgeführt werden kann, dass weder Änderungen der Temperatur und der Stromstärke noch des Erdmagnetismus selbst einen merklichen Einfluss auf das Resultat werden ausüben können.

6.

Es erübrigt nur noch die Art der Einrichtung solcher Boussolen, welche möglichst einfach und zweckentsprechend wäre, zu betrachten. Jede Tangentenboussole wird sich leicht in eine solche Doppelboussole umändern lassen, wenn man ihren Ring so einrichtet, dass er sich senkrecht auf seinen Horizontaldurchmesser umlegen lässt, so dass derjenige Durchmesser des Kreisringes, welcher horizontal lag, vertical abwärts zu stehen kömmt, wodurch zugleich die im Mittelpunkte des Kreisringes liegende Nadel so gestellt wird, dass ihre Bewegungsebene senkrecht auf die Meridiane und Kreisringsebene zu stehen kömmt. Um Fehler in der Einstellung leicht zu bemerken, ist es gut eine Vorrichtung anzubringen, um den Strom, ohne die am bequemsten aus elastischen Schnüren gebildete Leitung unterbrechen zu müssen, leicht umkehren zu können. Ist die Nadel richtig im Meridiane eingestellt, so wird der Ausschlag beiderseits gleich gross, und das arithmetische Mittel beider Ablesungen wird den Einfluss kleiner Abweichungen vermindern. Auch könnte man statt der wenig genauen Kreisablesung, die Scalenablesung in Anwendung bringen, nur muss die Nadel dann einen Spiegel tragen, und die Ablenkungswinkel können dann nicht sehr gross genommen werden, weil sonst die Scala eine unbequeme Länge erhalten müsste. Die Sinusboussole eignet sich zu dieser Umgestaltung viel weniger, und ist bei weitem nicht so bequem zu handhaben; aus diesem Grunde, und weil sie in Bezug auf die Änderungen durch Beobachtungsfehler nach Obigem weniger als die Tangentenboussole leistet, wird es genügen bei diesem Instrumente stehen zu bleiben, und lieber durch Vergrösserung der Empfindlichkeit und Verkleinerung der Nadellänge dem Resultate die möglichste Genauigkeit zu geben.

Digitized by Google

# Vortrag.

## *Über eine neue Methode, die Structur und Zusammensetzung der Krystalle zu untersuchen, mit besonderer Berücksichtigung der Varietäten des rhomboedrischen Quarzes.*

Von dem c. M., Prof. Dr. Franz Leydolt.

(Mit V Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 16. November 1854.)

### EINLEITUNG.

Es wird als eine nothwendige Eigenschaft der Krystalle angenommen, dass der regelmässig begränzte Raum, welchen sie einnehmen, mit einer homogenen Substanz stätig erfüllt sei. Aber sowohl in Beziehung auf die Homogeneität der Materie, als auch auf die stätige Erfüllung des Raumes kommen nicht selten Ausnahmen vor, vorzüglich, wenn mehrere Körper zugleich aus einer Flüssigkeit heraus krystallisiren. Die Zwillinge, Drillinge u. s. w., unterscheiden sich zwar gewöhnlich durch einspringende Winkel von den einfachen Krystallen, nicht selten aber besitzen sie eine diesen ganz ähnliche Gestalt.

Man beurtheilte die Zusammensetzung der Krystalle bis jetzt aus der äusseren Form, aus der Theilbarkeit und aus dem Verhalten gegen das polarisirte Licht, welche Hilfsmittel aber keinesweges für alle Fälle ausreichen, weil, wie erwähnt, zusammengesetzte Krystalle oft Gestalten besitzen, welche mit denen der einfachen Mineralien übereinstimmen; weil ferner nicht allen Mineralspecies die Eigenschaft der Theilbarkeit zukommt, und endlich weil nur durchsichtige Mineralien in Beziehung auf die Erscheinungen im polarisirten Lichte untersucht und beurtheilt werden können.

Zu den merkwürdigsten Mineralien in Hinsicht auf die innere Structur und Zusammensetzung der Krystalle gehören unstreitig die verschiedenen Varietäten der Species: rhomboedrischer Quarz, nämlich der Bergkrystall, Citrin, Rauchtopas und besonders der Amethyst. Alle durchsichtigen Varietäten haben längst durch ihre

Digitized by Google

ganz eigenthümlichen Polarisations-Erscheinungen die Aufmerksamkeit der Physiker und Mineralogen auf sich gezogen und die Arbeiten von Mohs, Brewster, Airy, Dove, Haidinger u. A. haben uns eine Menge interessanter Eigenschaften dieser Species kennen gelehrt.

Der Quarz krystallisirt im rhomboedrischen Systeme; der Charakter der Combinationen ist hemirhomboedrisch und hemidirhomboedrisch; die Hälften von $2R+n$ und $(P+n)^m$ von geneigten, die von $P+n$ von parallelen Flächen. Die Theilbarkeit ist meistens sehr unvollkommen nach $P, P+\infty$. Etwas vollkommener nach einer Hälfte von $P$. Die gewöhnlichste Krystallgestalt ist eine Combination von einer gleichkantigen sechsseitigen Pyramide und einem sechsseitigen Prisma, $P.P+\infty$. Ausserdem erscheinen an den verschiedenen Fundorten Krystalle in den mannigfachsten Combinationen, in welcher Beziehung ich auf G. Rose's vortreffliche Arbeit, „Krystallsystem des Quarzes," (Berliner Akademie 1844) hinweise. Deutliche leicht erkennbare Zwillingskrystalle, wie bei anderen Mineralien, kommen selten vor, und nur die Lage gewisser Combinationsflächen, eigenthümliche Zeichnungen und besonders beschaffene Flecken auf den Krystallflächen, vorzugsweise auf den Flächen von $P$, lassen auf eine häufig vorkommende Zusammensetzung schliessen, welche aber von der Zusammensetzung anderer Mineralien, die in demselben Systeme krystallisiren, sehr verschieden ist.

Der Quarz gehört nach seiner Krystallgestalt zu den optisch einaxigen Körpern. Die von den Quarzkrystallen, senkrecht auf die krystallographische Axe, welche zugleich auch die optische ist, geschnittenen Plättchen zeigen aber im polarisirten Lichte mehrere von den anderen optisch einaxigen Körpern verschiedene Erscheinungen. Nur selten ist das bei den anderen einaxigen Mineralien vorkommende dunkle Kreuz deutlich vorhanden, etwas häufiger, namentlich bei den Amethysten, kommen deutliche Spuren davon vor, bei den allermeisten fehlt es in der Mitte ganz, und nur an den entsprechenden Stellen der concentrischen Ringe findet man Andeutungen davon. Dagegen ist in der Mitte ein farbiger Raum, dessen Farbe bei der Drehung der Polarisationsebene des Untersuchungs-Apparates wechselt, und zwar auf eine bestimmte Weise, nämlich aus dem Rothen ins Gelbe, Grüne, Blaue und Violette; bei der einen Gruppe von Quarzplättchen erfolgt diese Farbenänderung, wenn man die

Digitized by Google

Polarisationsebene von links nach rechts dreht, und bei anderen, wenn rechts nach links gedreht wird. Man hat die Quarze darnach in links und rechts drehende geschieden. Endlich hat man bei einigen obwohl sehr selten, ein eigenthümliches Farbenbild, nämlich vier vom Mittelpunkte der Farbenringe auslaufende Spiralen gefunden, welche auch bald von rechts nach links, bald umgekehrt verlaufen. Ein und dasselbe Plättchen zeigt häufig an verschiedenen Stellen ein verschiedenes Verhalten im polarisirten Lichte.

Durch anhaltende Untersuchungen dieser merkwürdigen Eigenthümlichkeiten am Quarze ist es gelungen, einige dieser Erscheinungen zu erklären und den Zusammenhang derselben mit der äussern Gestalt der Krystalle nachzuweisen. Es gibt Quarzkrystalle, an welchen Combinationen mit den sogenannten Trapezoedern vorkommen, Gestalten, welche man erhält, wenn man die ungleichkantige sechsseitige Pyramide nach dem dritten Verfahren der Zerlegung von Mohs in Hälften zerlegt. In der Combination erscheint die eine Hälfte, wenn man die vertical nach vorwärts gestellte Kante des sechsseitigen Prismas betrachtet, mit Combinations-Flächen zur rechten Hand, die andere zur linken, und man hat daher das eine Trapezoeder ein rechtes, das andere ein linkes genannt. So wurden diese Gestalten von Haüy, Herschel, Mohs, und früher auch von G. Rose und Haidinger benannt. In neuerer Zeit hat man, vorzüglich um eine Gleichförmigkeit mit der Benennung von links- und rechtsdrehenden Plättchen zu erzielen, die umgekehrte Bezeichnung gebraucht. Die beiden letztgenannten Mineralogen haben jetzt die Bezeichnung so angenommen, dass die Trapezoeder, welche bei der obigen Stellung des Prismas rechts erscheinen, linke, und umgekehrt die links erscheinenden rechte genannt werden, und ihre Gründe für diese geänderte Bezeichnung angeführt.

Man hat ferner die merkwürdige Entdeckung gemacht, dass die Krystalle mit rechten oder linken Trapezoedern auch im polarisirten Lichte sich als rechts- oder linksdrehende zeigen, dass also diese Polarisations-Erscheinung mit dem Vorkommen der Combinations-Flächen von bestimmten Trapezoedern in genauem Zusammenhange stehe. Airy hat später gezeigt, dass, wenn man zwei gleich dicke Plättchen eines rechts- und eines linksdrehenden Krystalles auf einander gelegt im polarisirten Lichte betrachtet, jene eigenthümliche mit Spiralen versehene Figur erscheint, welche von ihrem Entdecker

Digitized by Google

den Namen der Airy'schen Spiralen erhalten hat. Es wurde daraus der Schluss gezogen, dass bei jenen Krystallen, deren Plättchen die Airy'schen Spiralen zeigen, rechts- und linksdrehende Plättchen zugleich den Krystall zusammensetzen.

Häufig sind die Polarisations-Erscheinungen sehr undeutlich und unregelmässig, und wenn man einen Quarz-Krystall in sehr viele ganz dünne Plättchen, parallel mit $P-\infty$ schneidet, findet man jedes mehr oder weniger verschieden. Obwohl nun die Polarisations-Erscheinungen mit der Structur der Krystalle im innigsten Zusammenhange stehen, so kann man sich daraus, wenn andere Anhaltspunkte fehlen, kein genaues Bild von der inneren Zusammensetzung machen. Ich versuchte daher einen neuen Weg zur Ermittelung der inneren Structur der Körper, um sowohl die Art und Weise, als auch die Grenzen jeder Zusammensetzung ganz genau darstellen zu können.

In dem, im Jahre 1824 erschienenen Grundrisse der Mineralogie von Mohs, ist beim Steinsalze folgende merkwürdige Erscheinung angeführt. Wenn Hexaeder dieses Minerals der Einwirkung einer feuchten Atmosphäre anhaltend ausgesetzt werden, so entstehen an den Kanten Flächenpaare, welche einem hexaedrischen Trigonal-Ikositetraeder angehören, und bei fortdauernder Einwirkung verschwinden nach und nach die Flächen des Hexaeders gänzlich. Ich habe diese Veränderung später oftmals mit meinem verehrten Lehrer Mohs besprochen, und seit der Zeit nie verabsäumt, alles hierauf Bezügliche genau zu untersuchen. Als im Mineralien-Cabinete des k. k. polytechnischen Institutes eine Scheidemauer aufgeführt wurde, in deren Nähe der Kasten mit den Salzen stand, wirkte die Feuchtigkeit so auf diese Mineralien, dass ich sie an einen andern Ort bringen musste. Ich hatte nun hinreichend Gelegenheit, die Einflüsse einer feuchten Atmosphäre sowohl auf das Steinsalz, als auch auf die anderen Salze, wie Alaun, Salpeter u. s. w. zu studieren und war im Stande solche Veränderungen an den Krystallen nach Belieben hervorzubringen. Ausser den Abstumpfungen an den Kanten fand ich alle Krystall- und Theilungsflächen des Steinsalzes mit einer unzähligen Menge von regelmässigen vierflächigen Vertiefungen versehen, welche den pyramidalen Ecken der oben angeführten Gestalt entsprechen; nur selten zeigten sich auch dergleichen Erhabenheiten. Beim Alaun waren an den

Digitized by Google

Oktaederflächen deutlich Vertiefungen von dreiflächigen Ecken, am Salpeter der äusseren Gestalt entsprechende Vertiefungen wahrzunehmen.

Im Jahre 1849 beschäftigte ich mich mit der merkwürdigen Zusammensetzung der Achate, um aus derselben Schlüsse auf ihre Entstehung zu ziehen. Ich setzte sie zu diesem Behufe den Einwirkungen von verdünnter Fluss-Säure aus, und konnte dadurch die Structur derselben deutlich sichtbar machen. Eine kleine Abhandlung in den Jahrbüchern der geologischen Reichsanstalt, II. Jahrgang, II. V. J., S. 124 enthält das Verfahren sie zu ätzen, und die Mittel, welche ich der k. k. Staatsdruckerei angab, um die durch das Ätzen entstandenen Zeichnungen durch den Druck vervielfältigen zu können. Ich hatte damals schon die Beobachtung gemacht, dass wenn die Achate zu lange den Einwirkungen der Fluss-Säure ausgesetzt waren, auch der krystallisirte Quarz theilweise angegriffen wurde. Die darauf entstandenen Zeichnungen aber waren bei der gewöhnlich schiefen Lage der Schnittflächen ohne alle Regelmässigkeit und liessen nichts Besonderes wahrnehmen. Zu gleicher Zeit untersuchte ich die Erscheinungen beim Krystallisiren des Wassers, so wie das Eis in Beziehung auf seine Krystallgestalt. Von den Erfahrungen an den Salzen geleitet, gelang es mir bald an demselben durch langsame Lösung entstandene Vertiefungen, entsprechend einer gleichkantigen sechsseitigen Pyramide aufzufinden. Diese stimmten immer genau mit den regelmässigen Hohlräumen im Innern des Eises und der Krystallisation desselben überein (Sitz. Ber. d. kais. Akad. der Wissenschaften, Wien, Bd. VII, 1851, S. 477). Während der fortgesetzten Untersuchung über die Achate und andere kieselsäurehältige Mineralien behandelte ich auch die verschiedensten Schlacken und Glasflüsse mit Fluss-Säure (Sitz. Ber. d. k. Akad., Bd. VIII, S. 261, 1852). Seit dieser Zeit versuchte ich auf diese Weise die verschiedensten Mineralien mit entsprechenden Säuren zu ätzen, wobei sich als allgemeines Gesetz herausstellte:

1. Durch die Einwirkung einer langsam lösenden Flüssigkeit entstehen auf den natürlichen oder künstlich erzeugten Flächen der Krystalle regelmässige Vertiefungen, welche ihrer Gestalt und Lage nach ganz genau der Krystallreihe entsprechen, in welche der Körper selbst gehört.

Digitized by Google

2. Diese Vertiefungen sind gleich und in einer parallelen Lage, so weit das Mineral ein ganz einfaches ist; dagegen bei jeder regelmässigen oder unregelmässigen Zusammensetzung verschieden gelagert.

3. Die Gestalten, welche diesen Vertiefungen entsprechen, kommen wie man aus allen Erscheinungen schliessen muss, den kleinsten regelmässigen Körpern zu, aus welchen man sich den Krystall zusammengesetzt denken kann.

So weit diese kleinen Vertiefungen eine vollkommen parallele Lage haben, spiegeln alle gleichnamigen Flächen derselben zu gleicher Zeit, und wenn daher ein Mineral geätzt wird, welches zusammengesetzt ist, wird diese Zusammensetzung selbst durch matte und glänzende Flächen im reflectirten Lichte sichtbar. Darauf beruht die längst bekannte Erscheinung des moirée métallique u. s. w.

Brewster hat in einer interessanten Abhandlung (Phil. Mag. Bd. V, S. 16, 1853) gezeigt, dass an von Natur rauhen Krystallflächen von Topas, Flussspath Hornblende, Axinit, Steinsalz, Eisenglanz, Diamant, ferner an den Flächen von Alaun, Flussspath und Kalkspath, wenn dieselben durch Lösungsmittel oder mit grobem Sande rauh gemacht werden, eigenthümliche optische Figuren entstehen, welche er in sehr schönen Abbildungen darstellte. Dadurch aufmerksam gemacht, untersuchte ich die bei meiner Arbeit erhaltenen Flächen auch in dieser Beziehung und fand ähnliche Lichterscheinungen, die sich jetzt, da ich die Beschaffenheit einer so veränderten Oberfläche ganz genau nachgewiesen habe, leicht erklären lassen. Diese Figuren stimmen immer mit der Gestalt jener kleinsten Theile vollkommen überein, so dass man aus der Gestalt auf die Lichterscheinung und umgekehrt schliessen kann. Da man nun durch das von mir angegebene Verfahren die Structur und Zusammensetzung der Krystalle und die regelmässige Gestalt der kleinsten Theile kennen lernt, und daraus nicht nur das Krystallsystem, sondern auch bei Gestalten der prismatischen Systeme, bei denen die aufrechte Stellung oft willkürlich ist, häufig auch bestimmen kann, wie ein Krystall richtig aufzustellen sei, so beschloss ich eine gründliche Untersuchung möglichst vieler Mineralien in dieser Beziehung und veröffentliche zuerst die Erfahrungen am rhomboe-

Digitized by Google

drischen Quarze, welcher mir wegen seiner optischen Verhältnisse, so wie wegen der mannigfaltigen Zusammensetzung das wichtigste Mineral schien.

### Beobachtungen am rhomboedrischen Quarze.

Ich bediente mich zur Untersuchung der Quarze einer mässig verdünnten Fluss-Säure, welche ich aus 8 Theilen Flussspath und 16 Theilen Schwefelsäure erhielt, wobei 3 Theile Wasser sich in der Vorlage befanden. Die zu untersuchenden Mineralien wurden in eine Platinschale oder in ein Bleigefäss gegeben, mit Flusssäure übergossen und von Zeit zu Zeit die an den Krystall- oder Schnittflächen hervor gebrachten Veränderungen betrachtet. Die Zeit, welche erforderlich ist, um die gewünschte Veränderung zu erhalten, ist bei den verschiedenen Varietäten eine verschiedene. Ich habe die meisten Varietäten von Quarz, von sehr vielen Fundorten theils in ganzen Krystallen, theils nach verschiedenen Richtungen geschnitten und geschliffen, den Einwirkungen der Säure ausgesetzt, und die Veränderungen, welche sich dabei ergeben haben, mit dem Mikroskope untersucht. Am lehrreichsten ist die Betrachtung der geätzten Oberflächen ganzer Krystalle, und von Plättchen, welche senkrecht auf die Axe geschnitten sind.

### Untersuchung ganzer Krystalle.

Wenn man ganze Quarzkrystalle den Einwirkungen der Flusssäure aussetzt, so erleiden sie mannigfache Veränderungen, welche die wichtigsten Aufschlüsse über ihre Natur und Zusammensetzung geben. Am häufigsten kommen in der Natur Quarzkrystalle vor, welche blos aus einer Combination von einer sechsseitigen Pyramide mit einem sechsseitigen Prisma, $P.P+\infty$ bestehen und glänzende Flächen von gleicher Beschaffenheit besitzen. Man muss sie daher dem Ansehen nach für einfache Krystalle halten, und kann, da keine Trapezoeder daran erscheinen, aus dem äussern Ansehen nicht beurtheilen, ob sie rechts- oder linksdrehende seien. Legt man nun solche Krystalle, oder wenigstens das eine Ende davon in Fluss-Säure, und lässt sie darin ungefähr zwölf Stunden liegen, so kann man folgende Erscheinungen daran wahrnehmen:

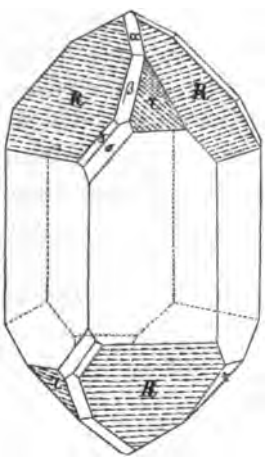
Immer, wenn auch die Krystalle ganz einfach sind, werden sie auf eine bestimmte Weise verändert. Erstens werden gewisse Kanten



Digitized by Google

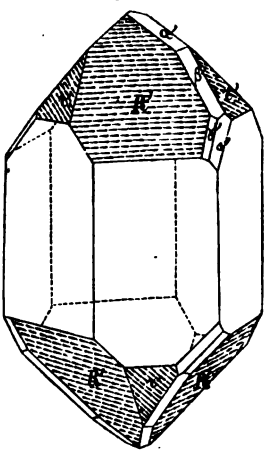
entfernt, zweitens entstehen in den Flächen der sechsseitigen Pyramide selbst bestimmte Vertiefungen. Die an den Kanten neu entstandenen Flächen entsprechen Trapezoedern in den vier möglichen Stellungen und auch solchen Gestalten, welche bei ihrer Vergrösserung eine dreiseitige Pyramide, die Hälfte des Dirhomboeders, geben. Bei den Quarzen aus der Marmaros in Ungarn lassen sich diese Umwandlungen am schönsten beobachten und die vier Figuren (Fig. 1, 2, 3, 4) stellen vier solche verschiedene einfache Krystalle vor.

*Fig. 1.*



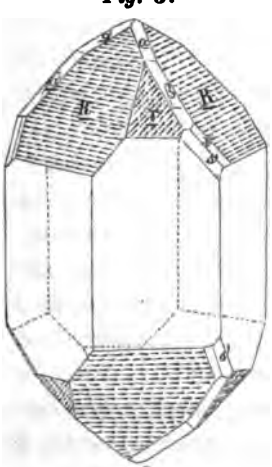
$+r$

*Fig. 2.*



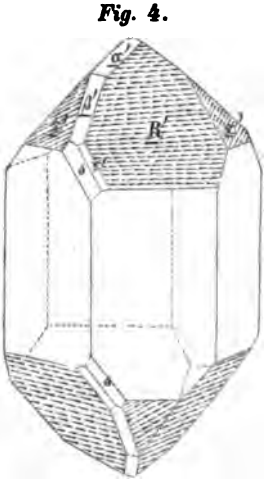
$-r$

*Fig. 3.*



$+l$

*Fig. 4.*



$-l$

Digitized by Google

Die Krystalle zeigten vor der Behandlung mit Fluss-Säure blos eine Combination des sechsseitigen Prismas mit der sechsseitigen Pyramide. Die Flächen $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ und $s$ sind erst bei der Ätzung entstanden; die drei ersteren entsprechen Trapezoedern, die letztere der oben erwähnten dreiseitigen Pyramide.

Obwohl diese Flächen gewöhnlich etwas uneben und meistens gestreift waren, so war ich doch so glücklich an einem Krystalle aus der Schweiz ebene Flächen zu erhalten.

Mein Herr Assistent Gustav Hannimann hat die Winkel mit dem Reflexions-Goniometer gemessen, und folgende Resultate erhalten:

| Winkel der directen Ablesung: | | Mithin Winkel an der Kante: | |
|---|---|---|---|
| $r:\beta$ | $r:R$ | $r:\beta$ | $r:R$ |
| 15° 3′ | 46° 14′ | 164° 57′ | 133° 46′ |
| 15° 0′ | 46° 17′ | 165° 0′ | 133° 43′ |
| 14° 57′ | 46° 18′ | 165° 3′ | 133° 42′ |
| 15° 5′ | 46° 13′ | 164° 55′ | 133° 47′ |
| 14° 57′ | 46° 14′ | 165° 3′ | 133° 46′ |
| 15° 9′ | 46° 12′ | 164° 51′ | 133° 48′ |
| 14° 56′ | 46° 17′ | 165° 4′ | 133° 43′ |
| 15° 5′ | 46° 19′ | 164° 55′ | 133° 41′ |
| 14° 55′ | 46° 18′ | 165° 5′ | 133° 42′ |
| 14° 59′ | 46° 16′ | 165° 1′ | 133° 44′ |
| 15° 0′ 36″ | 46° 15′ 48″ | 164° 59′ 24″ | 133° 44′ 12″ |

Die Berechnung geschah nach der Formel:

$$r:1=\frac{\sin(p'-p)}{\sin p'}:\frac{\sin p}{\sin 2p}.$$

Wenn man hiebei den Mittelwerth 164° 59′ zu Grunde legt, und dann den von Kupffer angegebenen Winkel an der Axenkante von $P=133°\,44'$ nimmt, so haben wir folgende Daten:

$r$ ist das zu suchende Stück der Nebenaxe der sechsseitigen Pyramide, wo sie von der Ebene $\beta$ getroffen wird.

$2p$ ist der Winkel an der Axenkante . . = 133° 44′
$p$ = dem halben Winkel . . . . . = 66° 52′
$p'$ = dem Winkel von $\beta:r$ . . . . = 164° 59′
$p'-p$ „ „ „ „ . . . . = 98° 7′

Es ergibt sich sonach:

$$r:1=\frac{\sin\ 98°\ 7'}{\sin\ 164°\ 59'}:\frac{\sin\ 66°\ 52'}{\sin\ 133°\ 44'}$$



Digitized by Google

$$(9\cdot9956276 - 9\cdot4134674) - (9\cdot9635957 - 9\cdot8888770)$$

das ist:

$$0\cdot5821602 - 0\cdot1047187 = 0\cdot4774415;$$

dem entspricht $r = 3\cdot002$, welches der Zahl 3 sehr nahe kommt.

Bringt man nun wirklich 3· in die Rechnung, so ist $p' = 164° 58' 15''$ der gerechnete Winkel, während das Mittel aus den gemessenen Winkeln $164° 59' 24''$ ist.

Frägt man nun: welche Ableitungszahl diesem Werthe von $r = 3$ entspricht, so findet man aus der Formel

$$m = \frac{2r-1}{3}$$

durch Substituirung des $r$ dass

$$m = \frac{5}{3} \text{ ist.}$$

Da nun die zu untersuchende Fläche mit parallelen Combinationskanten an den Axenkanten von $P$, oder was gleichviel ist, von $R$ liegt, so ergibt sich, dass der Axenwerth $n$ des Rhomboeders, welches dieser Fläche zu Grunde zu legen ist, sich bestimmen lässt aus der Formel:

$$n = \frac{2}{4 + 3(m-1)},$$

oder unmittelbar aus

$$n = \frac{2}{3 + 2r},$$

woraus man einen Axenwerth erhielt

$$n = \frac{1}{3},$$

daher die Fläche $\beta$ zu bezeichnen ist durch das Symbol:

$$\beta = \tfrac{1}{5} Tr^{\frac{5}{3}}.$$

Die Fläche $\alpha$ zeigte zwar kein ganz deutliches Bild beim Messen, da sie jedoch mit $\frac{1}{5} Tr^{\frac{5}{3}}$ horizontale Combinationskanten bildet, so hat sie dieselbe Ableitungszahl $m = \frac{5}{3}$; und da sie mit parallelen Combinationskanten zwischen $R$ und $R$ liegt, so lässt sie sich mit Sicherheit bestimmen als:

$$\alpha = \tfrac{1}{5} Tr^{\frac{5}{3}}.$$

Die Fläche $s$ bildet mit $R$ und $r$ gleiche Winkel, und da sie mit parallelen Combinationskanten zwischen $R$ und $g$ liegt, so entspricht

Digitized by Google

sie der Fläche des Grundrhomboeders, weil sie aber bei einfachen Krystallen stets an derselben Kante des $P+\infty$ vorkommt, so ist sie die dreiseitige Pyramide

$$s = \frac{2R}{2}.$$

Wenn sie nicht schon vorhanden ist, so entsteht sie immer beim Ätzen.

Die Fläche $\gamma$ endlich war zu uneben, als dass sie sich hätte durch Messung ermitteln lassen, doch hat sie sehr schöne parallele Combinationskanten zwischen $R$ und $s$, und in einigen Krystallen war sehr deutlich zu bemerken, dass sie zwischen $g$ und $\beta$ ebenfalls mit parallelen Combinationskanten liegt. Ist dies wirklich der Fall, dann ist

$$\gamma = \tfrac{1}{3} Tr^{\frac{7}{4}}.$$

Es wäre somit die krystallographische Form eines einfachen Krystalles, der vor der Ätzung aus nichts anderem, als aus der Combination der sechsseitigen Pyramide mit dem dazugehörigen sechsseitigen Prisma besteht, nach der Ätzung durch das krystallographische Zeichen auszudrücken

$$\underset{R}{\frac{r}{l}}\ \underset{r}{\frac{P}{2}}\ \underset{g}{\frac{l}{r}}\ \underset{s}{\frac{P}{2}} \cdot P+\infty \cdot \frac{2R}{2} \cdot \underset{\alpha}{\tfrac{1}{5} Tr^{\frac{5}{4}}} \cdot \underset{\beta}{\tfrac{1}{3} Tr^{\frac{5}{4}}} \cdot \underset{\gamma}{\tfrac{1}{3} Tr^{\frac{7}{4}}}.$$

Der Lage der Trapezoeder-Flächen gemäss, kann man rechte und linke beobachten; das Zusammenerscheinen dieser Gestalten zeigt, dass man unterscheiden muss zwischen

$$+r, \ -r, \ . \ . \ . \ . \ +l, \ -l.$$

Zuweilen entstehen an allen Kanten Flächen, und zwar an dem abwechselnden Paare, so dass ein rechtes und linkes Trapezoeder zugleich an einer Kante vorkommt, oder es bilden sich nur an den abwechselnden Kanten solche Paare von Flächen, welche einer sechsseitigen Pyramide entsprechen, deren Art von der Winkelbeschaffenheit abhängt.

Auf den Flächen der sechsseitigen Pyramide entstehen bei den ganz einfachen Krystallen Vertiefungen mit glänzenden Flächen, welche auf einer und derselben Fläche eine parallele Lage haben und auf beiden $R$ und $r$ gleichzeitig spiegeln. Auf den Flächen von $R$ liegen sie in einer horizontalen Richtung parallel der Combinationskante von $P$ und $P+\infty$, uf den Flächen von $r$ aber parallel

Digitized by Google

der Kante von *R* und *R*. Es haben also diese entstandenen Vertiefungen genau die Lage von $\frac{P-1}{2}$, d. i. der rhomboederähnlichen Hälfte der gleichkantigen sechsseitigen Pyramide, entstanden nach dem zweiten Verfahren der Zerlegung. Aus dem Hervortreten der Trapezoeder-Flächen kann man nun bei jedem Quarze bestimmen, ob er ein rechtsdrehender oder ein linksdrehender ist, und auch oft aus der Betrachtung erkennen, ob das geschnittene Plättchen im Polarisations-Instrumente das schwarze Kreuz zeigt.

Dies sind die Erscheinungen an ganz einfachen Krystallen.

Weit häufiger kommen aber mannigfach zusammengesetzte in der Natur vor, und diese Zusammensetzung wird durch die Einwirkung der Fluss-Säure auch bei solchen Krystallen vollkommen deutlich sichtbar, bei welchen man vor der Ätzung keine Spur davon bemerken konnte. Ich habe auf diese Art sehr häufig vorkommende Zwillingsbildungen am Quarze der Marmaros, von Compostella, Frascati und vielen andern Fundorten entdeckt, an welchen die Flächen eine vollkommen gleiche Beschaffenheit hatten. Figur 5 und 6 stellen Fälle von solchen, durch langsame Auflösung veränderten zusammengesetzten Krystallen dar.

*Fig. 5.*

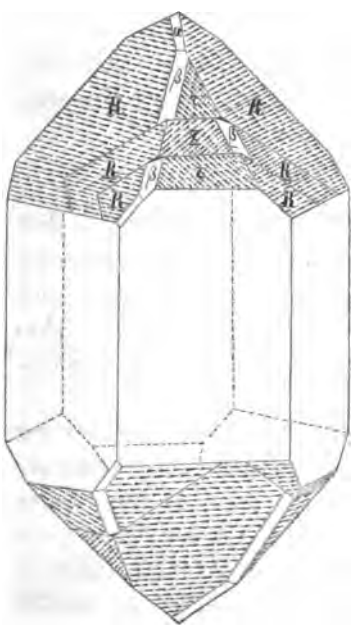
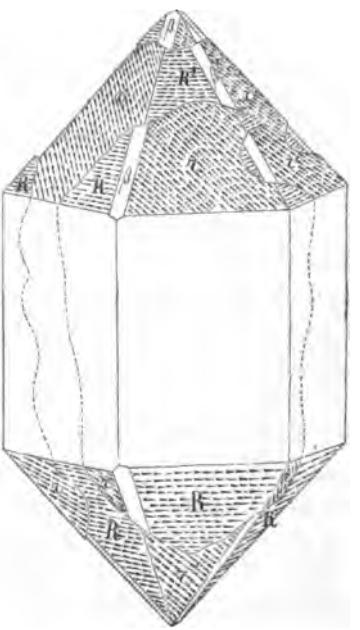


*Fig. 6.*



Digitized by Google

Da an jedem der beiden Individuen die oben erwähnten Trapezoeder-Flächen, so wie an den Flächen der sechsseitigen Pyramide die Vertiefungen von $\frac{P-1}{2}$ nach einem bestimmten Gesetze entstehen, so werden dadurch die Theile des einen und des andern in der Zusammensetzung enthaltenen Individuums, scharf abgegrenzt und so die Structur genau sichtbar gemacht.

Man sieht deutlich, dass hier eine Verbindung und innige Durchwachsung stattfindet, und zwar:

bei Fig. 5 von $+r$ mit $+l$, . . . oder $-r$ mit $-l$
„ „ 6 „ $+r$ „ $-r$, . . . . „ $+l$ „ $-l$.

Bei vielen Quarzkrystallen zeigen sich schon an den natürlichen Flächen eigenthümliche Flecken und Streifungen, welche auf eine Zusammensetzung schliessen lassen und G. Rose hat in seiner Abhandlung mehrere sehr interessante Krystalle dieser Art abgebildet und erklärt. Setzt man nun einen solchen Krystall der Einwirkung der Fluss-Säure aus, so entstehen eben auch die oben erwähnten Veränderungen, die schon früher merkbaren Verschiedenheiten an den Flächen werden nun ganz deutlich, und die Zusammensetzung wird genau sichtbar gemacht. Die verschiedenen merkwürdigen Zusammensetzungen, welche ich beobachtet habe, werde ich später in einer ausführlichen Abhandlung besprechen.

## Untersuchung senkrecht auf die Axe geschnittener Krystallplättchen.

Die Erfahrungen, welche ich an den vielen Quarzen von den verschiedensten Fundorten durch eine Untersuchung der geätzten Oberflächen von Plättchen, die parallel zu $P-\infty$ geschnitten wurden, gemacht habe, überzeugten mich, dass dies der einzige Weg ist, um die besondere Zusammensetzung des Quarzes genau kennen zu lernen.

Die Quarze zeigen, wenn sie nicht einfach sind, bei in bestimmter Richtung reflectirtem oder durchgelassenem Lichte, vorzüglich, wenn man das Plättchen gegen einen dunkleren Gegenstand hält, eigenthümliche Zeichnungen, indem ein Theil derselben matt, der andere dagegen glänzend erscheint, was aber wechselt, wenn man das Plättchen um 30° oder 180° herumdreht.

Digitized by Google

*Fig. 7.*

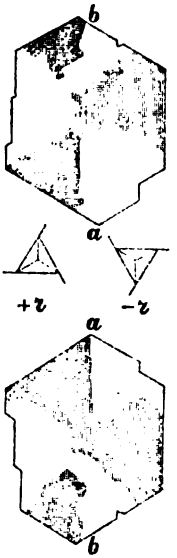
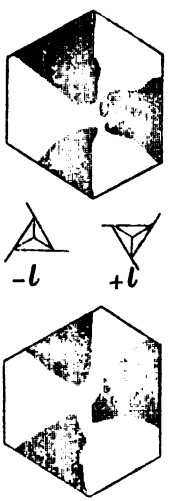



*Fig. 8.*




Bei mehreren wurden nur zwei Töne von matt und glänzend beobachtet, und die dadurch entstandene Zeichnung war bei verschiedenen senkrecht auf die Axe desselben Krystalles geschnittenen Plättchen, eine ziemlich gleichförmige. Fig. 7 stellt die beiden Schnittflächen eines Plättchens eines Rauchtopases, Fig. 8 die eines Bergkrystalles dieser Art dar.

Bei anderen dagegen sind deutlich vier Töne von matt und glänzend bemerkbar, wie dies die getreu nach der Natur gezeichnete Abbildung (Taf. IV, Fig. 1) zeigt. Diese verschieden mehr matt oder glänzend erscheinenden Stellen können nur von verschieden gelagerten reflectirenden Flächen herrühren.

Es wurden daher die Oberflächen der Platten einer genauen, mikroskopischen Untersuchung unterworfen, bei welcher ich mich eines Plössl'schen Mikroskopes mit einer Vergrösserung von 120—500 bediente.

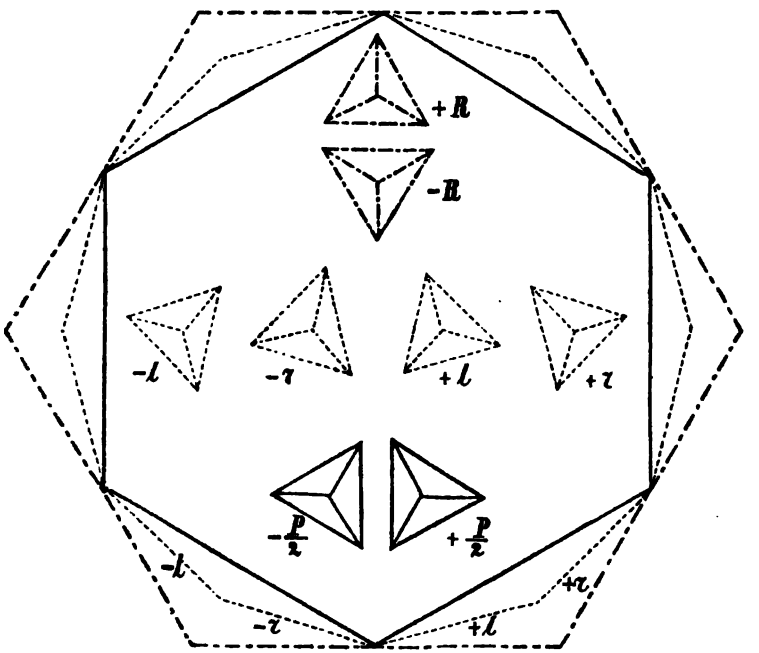
Es zeigten sich nun in den geätzten Krystallplatten sehr kleine regelmässige Vertiefungen ganz nahe an einander, so dass dadurch die ganze Platte etwas rauh erschien. Diese Vertiefungen entsprechen theils einem dreiflächigen, gleichwinkeligen und gleichkantigen Ecke, ohne alle anderen Seitenflächen, theils einer Combination von einem solchen Ecke mit drei gewundenen seitlich angesetzten Flächen. Die Flächen dieser dreiseitigen Vertiefungen und die damit verbundenen Combinations-Flächen sind glänzend, haben eine bestimmte Lage gegen die Flächen des sechsseitigen Prismas, und reflectiren daher das Licht auf eine ganz bestimmte Weise. Die unter den Fig. 7 und 8, so wie auch auf den Tafeln I, II, III und IV gezeichneten dreiflächigen Ecke, stellen die durch das Ätzen entstandenen Vertiefungen ihrer Gestalt und Stellung nach dar.

Digitized by Google

Um nun aus der Lage der dreiflächigen Ecken und Flächen ihre Bedeutung genau beurtheilen zu können, ist es nothwendig, gewisse Gestalten des rhomboedrischen Systemes etwas näher zu betrachten.

Fig. 9 gibt den Querschnitt der verschiedenen Prismen und die Stellung der möglicher Weise vorkommenden rhomboedrischen Ecken an.

*Fig. 9.*




Mit dreiflächigen Ecken erscheint das Rhomboeder, ferner zwei Paare von Hälften, wenn man die gleichkantige, sechsseitige Pyramide nach dem zweiten und dritten Verfahren von Mohs zerlegt; das erstere Paar sind rhomboederähnliche Gestalten, das zweite dreiseitige Pyramiden. Zerlegt man die ungleichkantige, sechsseitige Pyramide, so erhält man nach dem zweiten Verfahren ebenfalls zwei rhomboederähnliche Gestalten, und nach dem dritten Zerlegungsgesetze ein linkes und ein rechtes Trapezoeder, und endlich, wenn wir uns eine Dipyramide durch die Durchdringung zweier ungleichkantiger, sechsseitiger Pyramiden in verwendeter Stellung denken, so können wir vier Trapezoeder, durch die Zerlegung erhalten

Digitized by Google

nämlich zwei rechte $+rTr$ und $-rTr$
und „ linke $+lTr$ „ $-lTr$.

Alle diese Gestalten haben dreiflächige rhomboedrische Ecken und gegen das sechsseitige Prisma $P+\infty$ eine bestimmte Stellung.

Um genau beurtheilen zu können, welchen der oben angeführten Gestalten die dreiflächigen Vertiefungen angehören, muss man die obere und untere geätzte Fläche eines und desselben Plättchens vergleichen. Diese Vergleichung hat nun gezeigt, dass die durch die Einwirkung der Säure entstandenen Vertiefungen folgenden Gestalten entsprechen: Die Flächen, welche der sechsseitigen Pyramide ihrer Lage nach entsprechen, sind die rhomboederähnlichen Hälften $\frac{P-1}{2}$, die Vertiefungen, welche in ihrer Lage den Rhomboederflächen entsprechen, gehören der dreiseitigen Pyramide $\frac{2R}{2}$ an.

Wenn man nun die verschiedenen Töne von matt oder glänzend an den auf $P-\infty$ geätzten Quarzplättchen mit dem Mikroskope untersucht, so findet man jede davon aus unzähligen regelmässigen, dreiflächigen Vertiefungen der oben angegebenen Art zusammengesetzt, welche aber innerhalb der bestimmten Grenzen eine parallele Stellung besitzen. Die anders matt oder glänzend erscheinenden Stellen sind zwar gleichfalls aus solchen parallelen regelmässigen Hohlräumen bestehend, unterscheiden sich aber durch die Stellung der Vertiefungen.

So findet man z. B. bei einem Rauchtopase aus Sibirien, Fig. 7 abwechselnd matt und glänzende Stellen. Eben so bei einem Bergkrystalle aus Ungarn (Fig. 8). Die mikroskopische Untersuchung und Vergleichung der Stellung dieser Vertiefungen mit dem sechsseitigen Prisma $P+\infty$ zeigt nun, dass die rhomboedrischen Ecken gegen einander in verwendeter Stellung sich befinden, und den Hälften der gleichkantigen sechsseitigen Pyramide $+\frac{P}{2}$ und $-\frac{P}{2}$ entsprechen.

Aus der Vergleichung der oberen und unteren Seite des Plättchens geht hervor, dass diese Hälften die rhomboederähnlichen Hälften der sechsseitigen Pyramide und nicht die dreiseitigen Pyramiden sind. Man kann also dadurch genau bestimmen, dass der ganze Krystall aus einer Verbindung von zwei Hälften der gleichkantigen sechsseitigen Pyramide besteht, welche sich durchdringen. An den Grenzen der matten und glänzenden Flächen sieht man häufig beide dieser

Digitized by Google

Ecken in den betreffenden Stellungen mit einander verbunden, so dass sie einen ganz kleinen Zwilling darstellen. Die erwähnten Krystalle wurden in viele Plättchen geschnitten, und an allen eine ziemlich gleiche Zusammensetzung wahrgenommen. Bei anderen solchen geätzten Plättchen werden viererlei verschiedene Stellen sichtbar, welche sich durch mehr oder weniger matt und glänzend auszeichnen. Am besten zeigt sich diese Erscheinung, wenn man eine Platte in einer bestimmten Stellung bei schief durchgehendem Lichte einer Lampe betrachtet. Fig. 1, Taf. IV, zeigen ganz naturgetreue mit dem Mikroskope gezeichnete Abbildungen eines Bergkrystalles aus Schlesien, bei welchem die verschieden erscheinenden Partien durch die Farbentöne ausgedrückt sind.

Die mikroskopische Untersuchung bei starker Vergrösserung zeigte an diesen vier verschiedenen Theilen Vertiefungen, welche den vier möglichen Trapezoedern

$$+rTr,\ -rTr \text{ und } +lTr \text{ und } -lTr$$

in ihren Stellungen entsprechen, und durch die Lage ihrer Flächen eine verschiedene Reflexion des Lichtes hervorbringen. Der ganze Krystall ist also aus einer Verbindung dieser vier durch ihre Stellung verschiedenen Trapezoeder zusammengesetzt. Man kann auf diese Weise alle, auch die feinsten Zeichnungen an den Krystallplättchen analysiren, und findet überall die Stellungen der Vertiefungen den verschiedenen Varietäten von matt und glänzend entsprechend.

Die verschiedenen parallel der Fläche $P-\infty$ geschnittenen Plättchen eines und desselben Krystalles zeigen an ihren geätzten Oberflächen entweder immer eine ähnliche Zeichnung, was z. B. bei jenen Fig. 7 und 8, und bei dem Taf. III, Fig. 1 abgebildeten der Fall war; oder es ist jede Fläche vor allen andern mehr weniger verschieden wie bei dem Krystalle, von welchem eine Fläche auf Taf. IV, Fig. 1 dargestellt ist.

Denkt man sich die an den parallelen Plättchen desselben Krystalles erscheinenden Zeichnungen verbunden, so bekommt man ein getreues Bild von seiner ganz wunderbaren Zusammensetzung. Man kann sich bei dieser Betrachtung der Vorstellung nicht erwehren, dass der ganze Krystall aus ganz kleinen regelmässigen Körpern in bestimmten Stellungen zusammengesetzt sei, und dass die meisten

Digitized by Google

Quarze aus Gestalten bestehen, welche als die Hälften der vollflächigen zu betrachten sind.

Vergleicht man diese durch die Einwirkung der Säure entstandenen Zeichnungen und die Vertiefungen, aus welchen sie bestehen, mit den Polarisations-Erscheinungen, so findet man, dass dieselben nicht nur genau damit übereinstimmen, sondern auch, dass die geätzten Flächen noch mehr zeigen, indem hier alle aus den vier Trapezoedern zusammengesetzten Stellen deutlich sichtbar werden, während man im polarisirten Lichte nur zweierlei verschieden zusammengesetzte Stellen unterscheiden kann, nämlich rechts und links. Ob es aber $+r$ und $-r$ oder $+l$ und $-l$ ist, kann man durch die Polarisations-Erscheinung nicht erkennen. Es leuchtet somit ein, dass diese geätzten Plättchen uns mehr Aufschluss geben, als die Untersuchungen im polarisirten Lichte. Taf. IV, Fig. 2 zeigt die Polarisations-Erscheinung desselben Krystallplättchens, dessen geätzte Fläche Taf. IV, Fig. 1 dargestellt ist. Es wurde zu diesem Zwecke dasselbe Krystallplättchen, nachdem es vorher geätzt und genau gezeichnet worden war, sehr dünn geschliffen, um die Polarisations-Erscheinung möglichst rein zu bekommen. Man sieht aus Allem, dass man die Zusammensetzung der Quarze nur durch diese Untersuchungsmethode genau kennen lernen kann, da man es nur immer mit einer Fläche zu thun hat, während bei der Polarisations-Erscheinung alle unterliegenden Theile, die oft, wie die Erfahrung zeigt, sehr verschieden sind, einen Einfluss auf das Bild ausüben, und man so nur die Gesammtwirkung aller über einander gelagerten Theilchen erhält, und ferner $-r$ und $-l$ im polarisirten Lichte nicht unterschieden werden können. Ganz besonders merkwürdig in Hinsicht der Zusammensetzung sind die Amethyste von verschiedenen Fundorten, welche ich in einer ausführlicheren Arbeit abhandeln werde.

### Methode, um von den geätzten Flächen für die mikroskopische Untersuchung genaue Abdrücke zu erhalten.

Die Vertiefungen, welche durch die Fluss-Säure an den Quarzen erzeugt werden, sind in der Regel so klein, dass man sie nur bei sehr starken Vergrösserungen genau beurtheilen kann. Da dies aber nur im durchgelassenen Lichte leicht ausführbar ist, die Krystallplättchen einerseits durch das Ätzen ihre Durchsichtigkeit mehr oder weniger verlieren, und es andererseits überhaupt wünschenswerth ist, auch

Digitized by Google

undurchsichtige Körper oder solche, welche man wegen ihrer Grösse nicht unter das Mikroskop bringen kann, mit derselben Leichtigkeit untersuchen zu können, suchte ich von der geätzten Oberfläche Abdrücke zu erhalten, welche unter dem Mikroskope betrachtet werden können. Von allen bei den Achaten angewandten Mitteln fand ich hier die Hausenblase, deren auch Brewster in seiner Abhandlung erwähnt, am brauchbarsten, nur dürfen die zu überziehenden Körper nicht im Wasser löslich sein.

Ich nehme eine gute Sorte Hausenblase, löse selbe auf, indem ich sie im Wasser längere Zeit koche, und filtrire die Lösung durch feine Leinwand. Die Plättchen werden mit einer Flüssigkeit, bestehend aus drei Theilen Wasser und einem Theile Ochsengalle, überstrichen, und nachdem sie trocken geworden sind, mit Hausenblase überzogen. Die noch etwas warme Lösung wird am besten mit einem grösseren Haarpinsel auf die Fläche gebracht, bis dieselbe ganz bedeckt ist, und dann noch eine geringe Quantität dazugegeben, dass eine etwas convexe Oberfläche entsteht, damit das Plättchen nach dem Eintrocknen nicht zu dünn wird. Es währt ungefähr 12 bis 16 Stunden, bis die Hausenblase trocken ist, welche Zeit von der Grösse des Plättchens abhängt. Dann löst man dieselbe mit einem Messer vom Rande aus sorgfältig ab und bewahrt den ganz genauen Abdruck zwischen zwei Gläser für mikroskopische Untersuchungen auf. Bei Körpern, welche im Wasser löslich sind, habe ich die Untersuchung entweder unmittelbar an den Plättchen vorgenommen, oder zuerst Abdrücke mit erwärmter Guttapercha gemacht, und auf diese dann Hausenblase aufgetragen.

Noch zweckmässiger kann man in diesem Falle Collodium anwenden. Nur ist zu bemerken, dass man um brauchbare Abdrücke durch dasselbe zu erhalten, das Überziehen des Körpers in einer mit einem Deckel versehenen Schale, in welcher sich etwas Schwefeläther befindet, vornehmen muss, weil sonst das Collodium zu schnell austrocknet, am Rande sich ablöst und das Plättchen ganz runzlich wird. Der Abdruck muss auch sogleich zwischen Glas aufbewahrt werden.

Solche Abdrücke können dann bei den stärksten Vergrösserungen untersucht und gezeichnet werden. Wenn man dem Beleuchtungsspiegel eine solche Lage ausser der Axe des Mikroskopes gibt, dass das reflectirte Licht schief auf das Object auffällt, und dabei eine geringe Vergrösserung, etwa eine 20- bis 40malige anwendet,

Digitized by Google

so sieht man ganz ausgezeichnet die verschiedenen Abänderungen von matt und glänzend, kann ein ganz getreues Bild davon zeichnen, und bei starker Vergrösserung die Gestalt und Stellung der Abdrücke der Vertiefungen ermitteln. Auf diese Weise war es mir möglich auch ganz undurchsichtige Quarze mit derselben Genauigkeit in Beziehung auf ihre Structur und Zusammensetzung zu untersuchen, und Abdrücke der verschiedensten Quarzbildungen an Andere abzugeben, welche sich besonders dafür interessirten.

An den Copien der geätzten Quarzplatten erscheinen auch interessante Reflexions- und Beugungs-Phänomene. Wenn man nämlich mit einem Auge durch eine Fläche, welche eine gleiche Beschaffenheit besitzt, das heisst wo sich die dreiflächigen Ecken in einer parallelen Stellung befinden, ein Licht betrachtet, sieht man ein leuchtendes Dreieck in einer der Lage der Flächen jener Vertiefungen entsprechenden Gestalt; sieht man durch eine nahe liegende anders glänzende Fläche, so nimmt man ebenfalls ein solches Dreieck in der verwendeten Stellung wahr. Betrachtet man einen Theil der Platte, wo die dreiflächigen Ecken nahe beisammen in paralleler und verwendeter Stellung stehen, so bemerkt man auch eine Verbindung von den beiden leuchtenden Dreiecken, und es entsteht ein regelmässiger sechseckiger Stern. Ganz besonders schön ist eine Beugungserscheinung, welche bei manchen Amethysten nach dem Ätzen sichtbar wird und auch auf die Hausenblase übergeht. Es ist dies ein Irisiren, das von den sehr feinen Linien bewirkt wird, durch welche die einzelnen Platten, aus denen diese Amethyste bestehen, sichtbar werden, eine Erscheinung, die bei den Amethysten näher erklärt werden soll.

---

## Schlussbemerkung.

Aus der Untersuchung der geätzten Flächen ergibt sich also, dass die Veränderungen auf der Fläche von $P—\infty$ von dreierlei Art sind (auf der theoretischen Tafel V sind alle diese Fälle dargestellt und zwar bei tausendmaliger Vergrösserung):

I. Es entstehen Vertiefungen, welche blos einem dreiflächigen, gleichwinkeligen und gleichkantigen Ecke entsprechen. (Taf. III, Fig. 2, 3.)

Digitized by Google

II. Es bilden sich dreiflächige Ecke, an welchen durch Combination mit Trapezoedern rechts oder links gewundene Kanten entstehen (Taf. III, Fig. 4, 5, 6, 7) und

III. Es zeigen sich geradlinige Streifen entweder auf der ganzen Oberfläche oder nur an einzelnen Stellen, welche den Seiten von $P+\infty$ parallel sind.

Ad I. Die dreiflächigen Vertiefungen ohne gewundenen Kanten entsprechen:

1. Der Gestalt $\pm\frac{P-1}{2}$ der rhomboederähnlichen Hälfte (Taf. V, *a*, *b*) der gleichkantigen sechsseitigen Pyramide, wie dies besonders an einem grossen Rauchtopase aus Sibirien zu beobachten ist. An der Grenze der matten und glänzenden Partie sieht man häufig, wie diese Dreiecke sich zu kleinen Zwillingen verbinden.
2. Der Gestalt $\pm\frac{2R}{2}$ der dreiseitigen Pyramide (Taf. V, Fig. *d*, *e*); wenn diese Gestalten neben den oben erwähnten Trapezoedern zu stehen kommen, so bilden sie regelmässige Grenzen.

Ad II. Diese Arten von Vertiefungen erscheinen in vier verschiedenen Stellungen, nämlich $+r, -r$ und $+l, -l$, und es sind hier selbst wieder drei Fälle möglich:

1. Es verbinden sich $+r$ und $+l$, in welchem Falle häufige Beobachtungen gezeigt haben,

   *α*. dass rechts und links sich immer in geradlinigen und regelmässigen Begrenzungen berühren, welche den Seiten von $P+\infty$ parallel sind (Taf. I und Taf. V, *f*, *g*, *h* und *i*), oder

   *β*. es erscheinen blos $+r$ und $-r$ oder $+l$ und $-l$, und dann ist die Grenzlinie immer mehr oder weniger krumm und die Begrenzung selbst eine unregelmässige (Taf. II und Taf. V, *g*, *i*, *f* und *h*);

   *γ*. es verbinden sich in einem und demselben Quarzkrystalle alle vier durch ihre Stellung verschiedenen Gestalten (Taf. III, Fig. 1 und Taf. IV, Fig. 1), wobei man wieder deutlich sieht wie sich rechts und links regelmässig, plus und minus unregelmässig begrenzen.

   Der Grund, wesshalb zwischen rechts und links stets eine regelmässige, zwischen plus und minus eine unregelmässige Grenze auftritt, liegt darin, dass die

Digitized by Google

äussersten Flächen der Vertiefungen der Gestalt $\pm \frac{P-1}{2}$ der rhomboederähnlichen Hälfte angehören. Diese sind im Falle *α)* entweder $+r$ und $+l$ oder $-r$ und $-l$, also in paralleler Stellung und bedingen daher eine regelmässige Zusammensetzungsfläche (Taf. I), dagegen im Falle *β)* wo die einen Vertiefungen $+$ die andern $-$ sind, also in verwendeter Stellung stehen, Zwischenräume zwischen der Verbindung der Individuen entstehen, welche von den Theilchen des andern Individuums ausgefüllt werden, was eine unregelmässige Grenze verursacht (Taf. II).

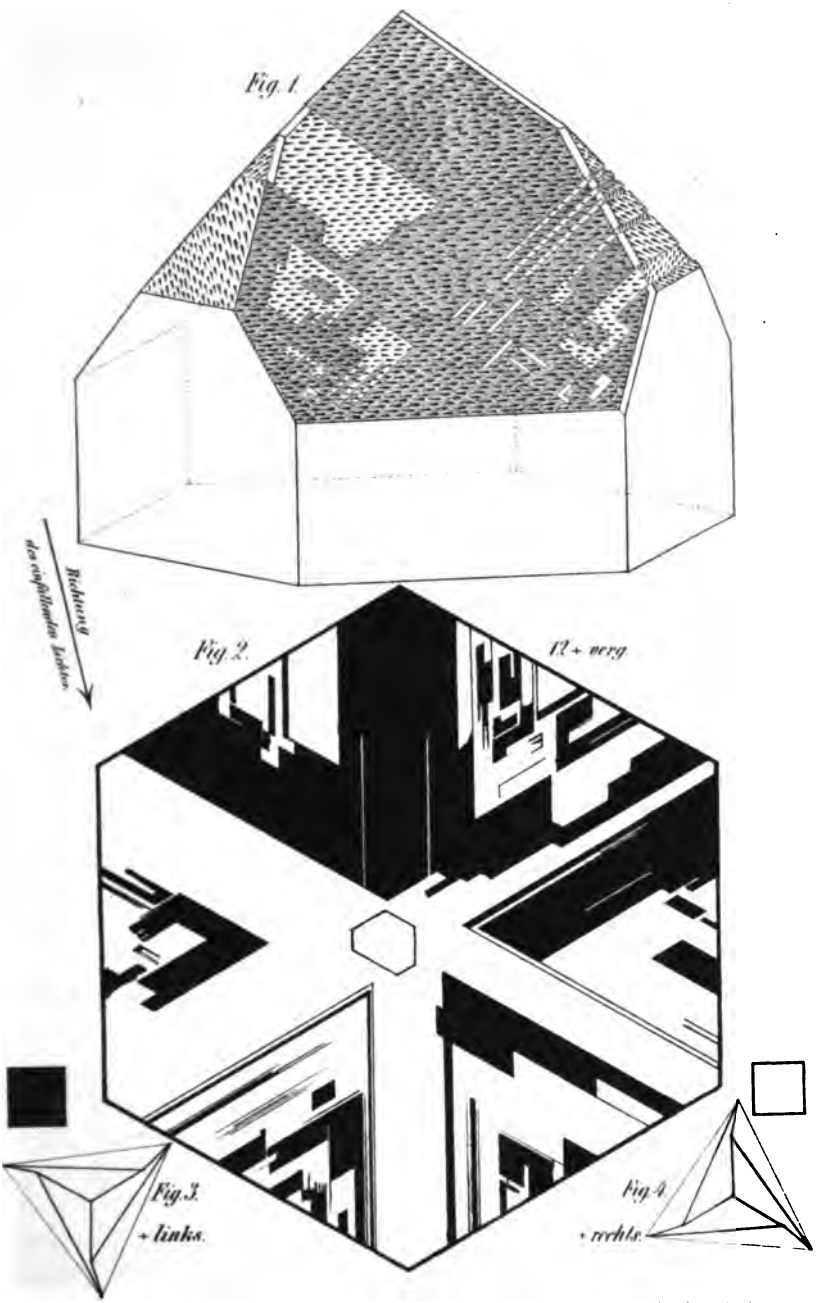
Ad III. Eine eigenthümliche Erscheinung entsteht, wenn sich oben erwähnte Vertiefungen mit den gewundenen Kanten in eine vollkommen gerade Linie stellen, die dann immer parallel einer Seite von $P+\infty$ ist. Man findet Fälle, wo die einzelnen vertieften Ecken noch deutlich getrennt sind (Taf. V, *k*), andere wo sie sich bedeutend einander nähern (*l*), und endlich solche, wo sie ganz mit einander verschmelzen (*m*, *n*) und eine geradlinigfortlaufende, grabenähnliche Vertiefung bilden, so dass man eine vollkommene Reihe in dieser Erscheinung nachweisen kann und daraus sieht, dass diese zuweilen erscheinenden geradlinigen Streifen keine Zufälligkeit sind, sondern einem bestimmten Gesetze folgen, nach welchem ganze Krystalle von Amethyst zuweilen zusammengesetzt sind. Die Dreiecke haben gegen die Richtung der Furche eine geneigte Lage, und wenn sie sich mit einander vereinigen, entsteht eine Streifung der Furche, die jedoch an beiden Seiten derselben verschieden ist, auf der einen Seite bilden die Streifungslinien einen stumpferen (*o*), auf der andern einen scharfen (*s*) Winkel, entsprechend den Kanten der Dreiecke, aus welchem die Furche besteht.

Hierbei sind drei Erscheinungen besonders beachtenswerth, nämlich:

*a)* Diese Furche geht durch *r* und *l* ungehindert geradlinig hindurch.

*b)* Die Dreiecke aber, aus denen die Furche besteht, richten sich nach der Art der umgebenden Substanz, so dass, wenn die Furche aus dem *r* ins *l* geht, man an der Grenze deutlich die umgekehrte Stellung der Streifung dieser Furche wahrnimmt. (Auf Taf. V, *t* bis *u*, sieht man diese umgekehrte Streifung).

Digitized by Google




Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl XV Bd. 1 Heft. 1855.

Digitized by Google

Digitized by Google

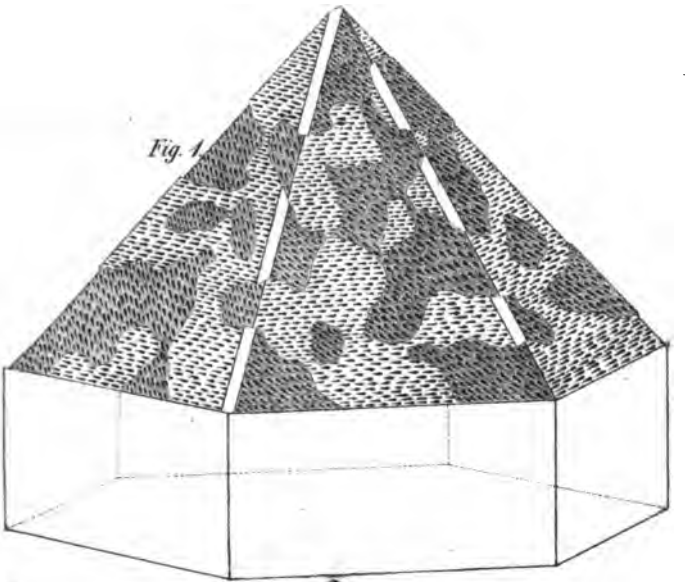


Fig. 1.

Fig. 2. 6-mal vergr.

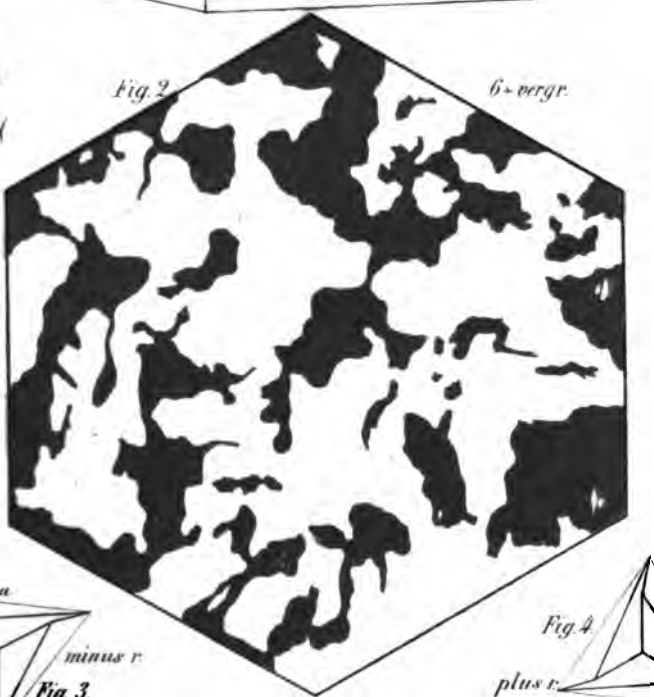


Fig. 3.

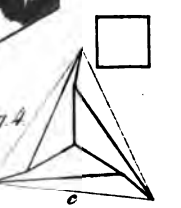


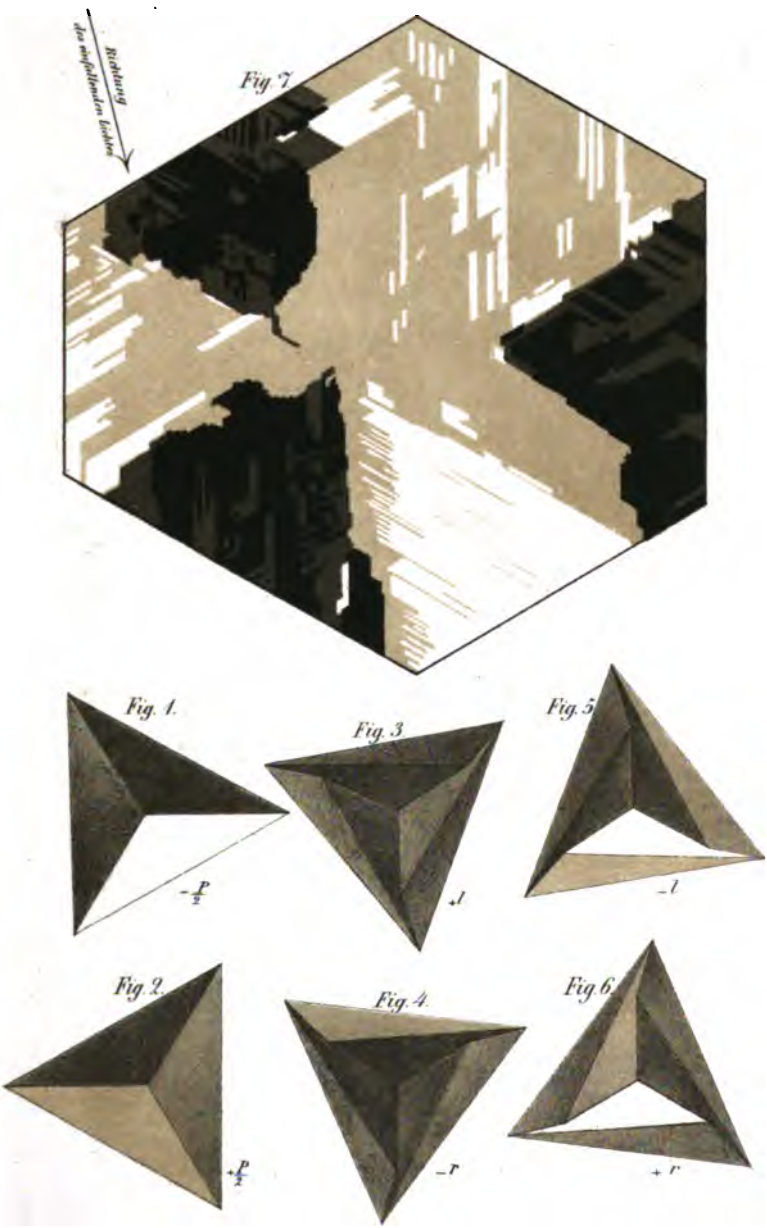

Fig. 4.

Entw. v. Jos. Hammann Aus d. k. k. Hof-u. Staatsdruckerei

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. XV Bd. 1 Heft. 1855.

Digitized by Google

Digitized by Google



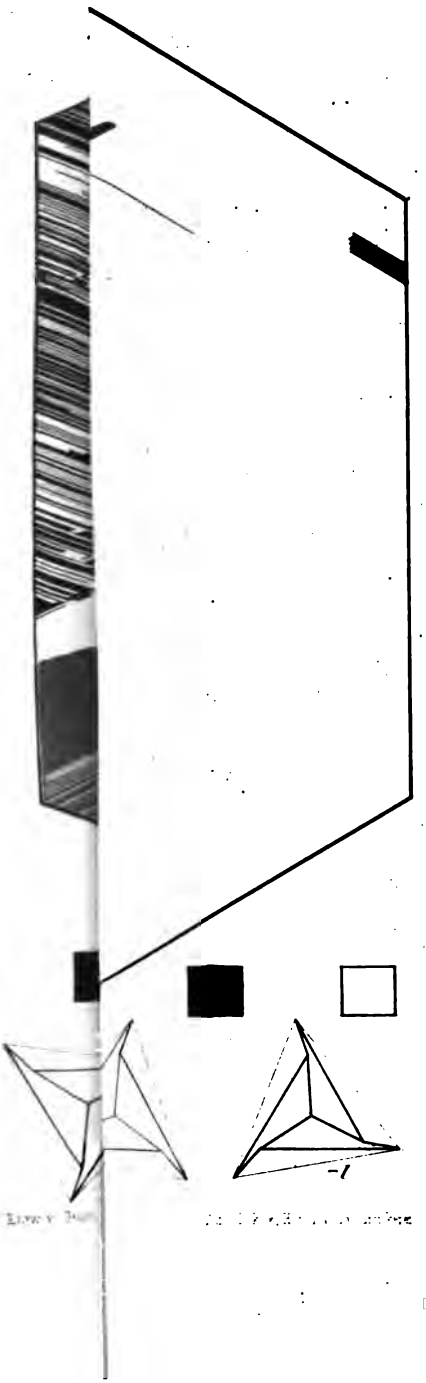

Entw. v. Gust. Hannmann

Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei



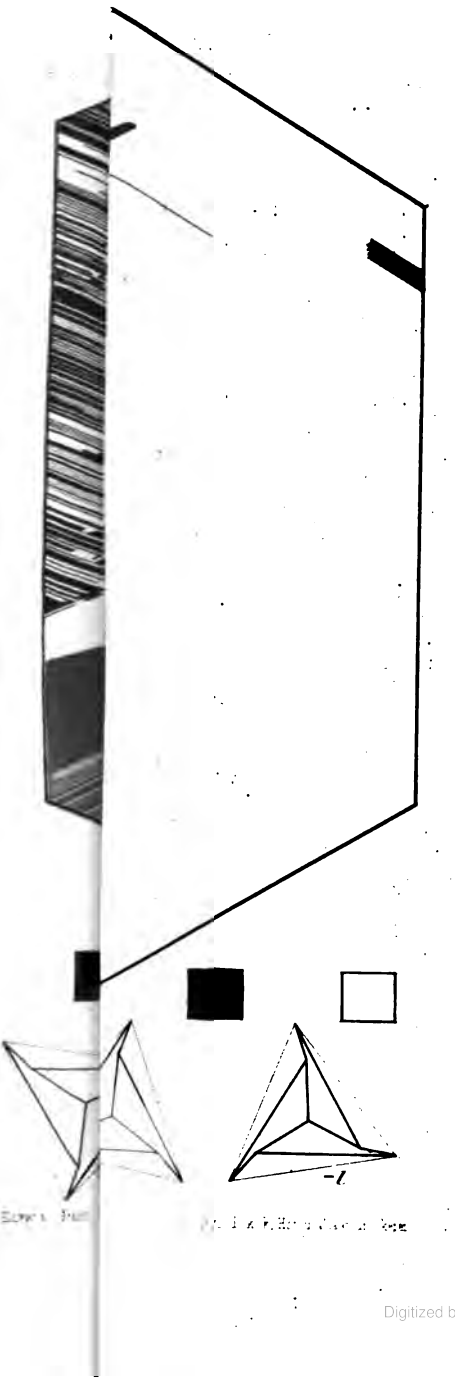
Digitized by Google

Digitized by Google



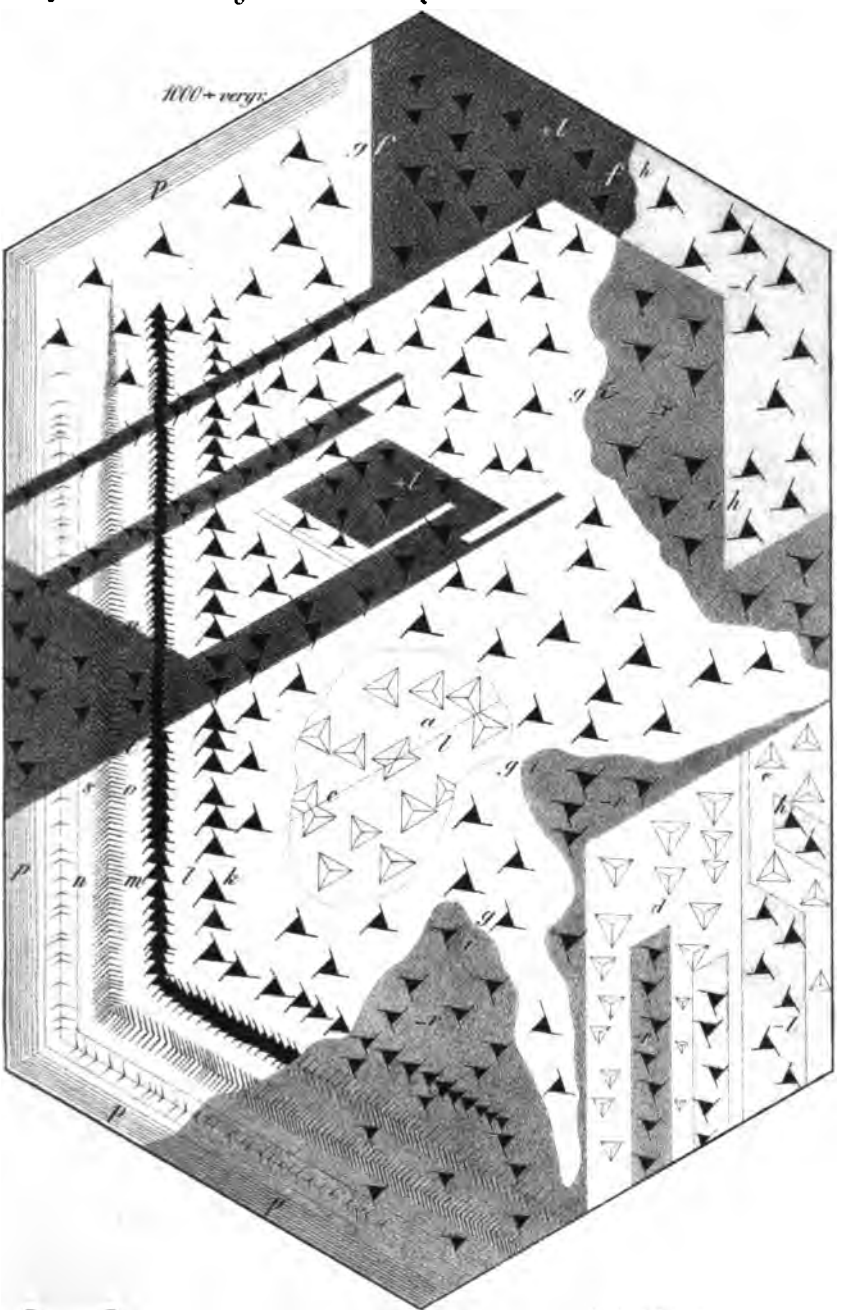

Digitized by Google

Digitized by Google




Digitized by Google

Digitized by Google




Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. XV Bd. 1 Heft. 1855.

Digitized by Google

*c)* Die Furchen verlaufen parallel mit den Seiten von $P+\infty$ oder $\frac{P+\infty}{2}$, vorzüglich bei einigen Amethysten, wie bei dem von Meissau in Österreich, welchen ich durch die Güte des Herrn Sectionsrathes Haidinger erhalten habe, und die ganze Oberfläche von $P+\infty$ ist mit so feinen Furchen bedeckt, dass 1400—3000 auf eine Wiener Linie gehen. Da jede solche Linie einer Platte entspricht, so zeigt sich, dass der erwähnte Krystall aus wenigstens 75.000 hohlen über einander gelagerten Pyramiden zusammengesetzt ist.

Alle diese angeführten Fälle können sich auf die mannigfachste Weise combiniren.

Aus dieser Untersuchung geht hervor, dass alle Quarzkrystalle, sie mögen was immer für eine äussere Gestalt besitzen, ihrem innern Baue nach aus den im rhomboedrischen Systeme vorkommenden Hälften bestehen, und dass sie meistens aus diesen Hälften mannigfaltig zusammengesetzte Zwillingskrystalle sind Um diese Zwillingsbildung von der gewöhnlichen zu unterscheiden, schlage ich vor, sie **Zerlegungs-Zwillinge** zu nennen.

Ich bin beschäftigt, in gleicher Weise die Structur aller Krystalle, vorzüglich der Zwillingskrystalle, so wie auch der zusammengesetzten Mineralien zu untersuchen. Es handelt sich hierbei nur darum, für jeden Körper das entsprechende Auflösungsmittel zu finden. Für Kalkspath, Aragonit u. a. habe ich mit Vortheil verdünnte Essigsäure, für den Eisenkies, der in dieser Beziehung sehr lehrreich ist, Salpetersäure, für Metalle verschiedene Säuren angewendet, und den Abdruck von Hausenblase mikroskopisch untersucht. Die dabei gemachten Erfahrungen werde ich seiner Zeit der Akademie vorlegen.

Schlüsslich sehe ich mich veranlasst, dem Herrn Sectionsrathe Haidinger meinen Dank auszusprechen, für die Bereitwilligkeit, mit der er mir ausgezeichnete Quarze zu meinen Untersuchungen überliess, so wie auch dem Herrn Assistenten Gustav Hannimann, welcher nicht nur alle Zeichnungen entwarf und ausführte, sondern auch bei meinen Untersuchungen überhaupt mich kräftigst unterstützte.

---



Digitized by Google

## SITZUNG VOM 18. JÄNNER 1855.

### Eingesendete Abhandlungen.

*Herapathit-Zangen, geschenkt von Herrn Professor v. Nörrenberg.*

Von dem w. M. W. Haidinger.

Man weiss, dass Herr Dr. W. B. Herapath mit richtigem Blicke den hohen Werth der von ihm entdeckten Jod-Chinin-Verbindung als Material zu optischen Zwecken erkannte und dass er vortreffliche „künstliche Turmaline" aus denselben darstellte. Er beschrieb auch genau die Methode deren er sich bediente, und die auch in Wien mehrere Personen veranlasste, Versuche anzustellen, die bisher jedoch noch zu keinem Ziele führten. Herr Dr. Hochstetter besuchte im verflossenen Herbste seinen früheren Lehrer, Herrn Professor v. Nörrenberg in Stuttgart, dem die Darstellung vollkommen gelungen war, und erhielt von ihm zwei kleine gefasste Platten von vorzüglicher Schönheit. Wir hatten in Wien dergleichen bis dahin noch nicht gesehen, ich entschloss mich eine Bitte um ein Paar solcher Platten vorzutragen, oder vielmehr um zwei Paare, da ich aus einem früheren Gespräche mit meinem hochverehrten Freunde, Herrn Regierungsrath v. Ettingshausen mich erinnerte, dass auch ihm solche Platten sehr willkommen sein würden. Weit über meine Erwartungen oder Gedanken erfreute mich nun das Geschenk; denn es waren dies zwar zwei schöne Plattenpaare, aber bereits in Zangen gefasst, nach der dem hochverehrten Physiker eigenen genauen und eleganten Weise, beide Platten mit kreisförmiger, zwei und eine halbe Linie im Durchmesser haltenden Lichtöffnung, jede einzelne Platte vollkommen klar, den Lichtstrom nur ganz schwach grünlichweiss färbend, beide gekreuzt, dunkelroth; an

Digitized by Google

dem Silberdrath jeder Zange an einem Seidenfaden ein Haarpinsel zur Reinhaltung der Glasflächen befestigt. Jede der Zangen ist noch von einem Glimmerplattenpaare von $^1/_4$ Undulation begleitet.

Ich glaubte, das unserem hochverehrten Collegen Herrn von Ettingshausen, bestimmte Exemplar heute in der Akademie-Sitzung überreichen zu sollen, um die werthvollste Gelegenheit zu finden in dem höchsten wissenschaftlichen Kreise unserer Metropole meinen Dank an Herrn Professor v. Nörrenberg für die freundliche Gabe und meine Anerkennung für die Schönheit der Ausführung öffentlich darzubringen. Noch waren mehrere einzelne kleine in Glasplatten gefasste Herapathitblättchen beigelegt, und was ausserdem noch für mich besonders werthvoll, zwei geschliffene und in Kork gefasste Platten von Quadratit (Magnesium-Platin-Cyanür), und Redtenbacherit (Barium-Platin-Cyanür). Die erste etwa $^1/_4$ Linie im Durchmesser, eine Linie dick, dem pyramidalen Krystallsystem angehörig, zeigt vollkommen das schwarze Kreuz mit rothen und schwarzen Interferenzringen, denn alles andersfarbige Licht ist vollständig absorbirt. Die zweite, etwa eine Linie im Durchmesser, und ebenfalls eine Linie dick, senkrecht auf die Axen der Prismen geschliffen, zeigt zwei Axen, welche in Luft einen Winkel von etwa 21° mit einander einschliessen. Bei gekreuzten Polarisirern, in der Herapathit-Zange schliessen die violetten Axen den kleinern, die rothen Axen den grösseren Winkel ein, es ist $v < \rho$, wenn es erlaubt ist diesen Ausdruck da zu gebrauchen, wo der farbigen Absorption wegen nicht nur kein Violett, sondern auch nicht einmal mehr eine Spur von Blau übrig ist. Vorzüglich schön erscheinen die zahlreichen Ringe von der homogenen Flamme der Spirituslampe. Über den Quadratit theilte mir auch Herr Dr. Hochstetter mit, dass Herr Prof. v. Nörrenberg den positiven Charakter der Hauptaxe direct durch die Brechung nachgewiesen habe. Ein Krystall war auf einer vollkommen ebenen, spiegelnden Unterlage dergestalt aufgewachsen, dass sich aus der Anwachsungsfläche und einer der Seitenflächen ein brechendes Prisma bildete. Das ordinäre in der Richtung der Axe polarisirte Bild eines leuchtenden Punktes war nun weniger abgelenkt, als das querpolarisirte extraordinäre Bild. Damit stimmt auch die Absorption nach dem Babinet'schen Gesetze vollkommen überein, indem das dem extraordinären Strahle angehörige Karminroth viel dunkler, stärker absorbirt ist, als das dem ordinären



Digitized by Google

Strahle angehörige Kermesinroth. Auch das Barium-Platin-Cyanür fand v. Nörrenberg positiv.

Ich darf die heute dargebotene Gelegenheit, welche mir wieder ein Wort über den Herapathit zu sagen verleiht, nicht vorüber gehen lassen, ohne auch meinerseits die grosse Sorgfalt und Genauigkeit anzuerkennen, mit welcher Herr Professor Stokes seine erste Beschreibung der Absorptions- und Metallicitäts-Verhältnisse an der erwähnten Jod-Chinin-Verbindung verfasste. Nur einem zufälligen Fehler in dem Berichte, der Auslassung der rothen Körperfarbe [1]) verdanke ich es, dass ich mich damals [2]) näher mit dem Gegenstande beschäftigen konnte, da er einen Widerspruch gegen ein bis dahin ziemlich allgemein scheinendes Gesetz zu enthalten schien. Herr Professor Stokes hat seitdem selbst nachgewiesen [3]), dass in seinen ersten Beschreibungen schon jenes „Roth" nicht fehlte. Wenn ich auch durch meine Voraussetzung, dass er die Angabe dieser Farbe übergangen habe, aber gewiss unabsichtlich, seiner Genauigkeitsliebe zu nahe getreten bin, so zeigt sich nun eine schöne Veranlassung dieses meinerseits auch einzugestehen, und seine freundliche Nachsicht in Anspruch zu nehmen. Eines bleibt mir dabei jedenfalls als Gewinn, dass ich dem ersten Entdecker zu Ehren den Namen „Herapathit" vorschlagen konnte, der seitdem grösstentheils angenommen worden ist. Bei raschen Entschlüssen fehlen häufig, wie jetzt, spätere Berichtigungen nicht, aber doch wird auch oft, wenn gleich mit schwachen Kräften eben dadurch die regere allgemeinere Theilnahme an wahrem Fortschritte gewonnen.

Von dem Standpunkte der Mineralogie ausgehend, fehlen mir so viele Arbeiten der Vorbereitung, aber auch bei unseren gegenwärtigen Verhältnissen so manche Apparate, dass ich mich mit vorläufigen Beobachtungen, allgemeinen Bemerkungen begnügen musste. Desto mehr bin ich bereit, das Bessere freudig anzuerkennen was anderwärts durchgeführt wird, namentlich aber um so vieles genauere und durchgreifendere Arbeiten des ausgezeichneten Physikers, Herrn

---

[1]) In Herrn Abbé Moigno's Cosmos. I, S. 574.

[2]) Über die von Herrn Dr. Herapath und Herrn Professor Stokes in optischer Beziehung untersuchte Jod-Chinin-Verbindung. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften u. s. w., 1853, Band 10, Seite 160.

[3]) On the metallic reflexion exhibited by certain non-metalic substances. Philosophical Magazine. December 1853. Poggendorff's Annalen 1854.

Digitized by Google

Professors Stokes, über die Verhältnisse der farbigen Reflexion und Transmission.

Beim Carthamin sowohl, als bei dem übermangansauren Kali verfolgte er die entgegengesetzten Verhältnisse bis auf das Erscheinen heller und dunkler complementärer Räume durch die Fraunhofer'schen Linien orientirt, in dem Spectrum des durch Reflexion von der Oberfläche gebildeten Strahles, verglichen mit dem, welches aus dem hindurch gelassenen Strahle erhalten wird. Seine Ergebnisse sind also, wenn auch in gleicher Richtung wie die meinigen, doch nicht nur unabhängig von denselben gefunden, sie dringen auch noch tiefer ein in die wahre Wesenheit der Krystalle und der Farbenverhältnisse der Körper überhaupt. Namentlich auch dürfen wir von ihm wichtige Mittheilungen über die metallischen Doppelcyanüre erwarten, die er „doppelt brechend, doppelt absorbirend, doppelt metallisch und doppelt fluorescirend“ [1]) nennt, nämlich in zweierlei Richtungen verschiedene Erscheinungen in den erwähnten Eigenschaften darbietend.

---

[1]) The crystals are generally at the same time doubly refracting, doubly absorbing, doubly metallic and doubly fluorescent. A. a. O.

Digitized by Google

## *Die zwei Hypothesen der Richtung der Schwingungen des Lichtäthers nach ihrer Wahrscheinlichkeit.*

Von dem w. M. W. Haidinger.

Als ich zuletzt, am 27. April 1854 [1]), versuchte, die Frage der Richtung der Schwingungen im polarisirten Lichte durch die Gegeneinanderstellung der Folgerungen zu beleuchten, welche sich aus den beiden Annahmen ergeben, ob dieselben senkrecht auf die Polarisationsebene stattfinden, oder ob sie in der Ebene derselben liegen, machte ich noch in dem Schlusssatze darauf aufmerksam, dass man fortwährend den gleichzeitigen Zustand in jedem Theile des homogenen Krystalles vor Augen halten sollte. Diese Gleichzeitigkeit des Bestehens ist eigentlich das Charakteristische in den von Herrn Professor v. Nörrenberg und von mir auf die Bahn gebrachten Beweisen.

Seit jener Zeit, namentlich aber seit ich Herrn Dr. Beer's freundlichen Brief mit den in der letzten Sitzung am 4. Jänner 1855 mitgetheilten Ansichten erhielt, hat mich die nähere Bezeichnung der Natur der einen und der andern Annahme als Hypothese mehrfach beschäftigt, und ich glaube durch die nachfolgende, ebenfalls wie in früheren Bemerkungen, tabellarische Darlegung Manches noch deutlicher als es mir bisher gelang, und dennoch kürzer ausdrücken zu können, indem ich die Fälle ganz im Einzelnen verfolge.

Es möge dabei von dem extraordinären Strahle einaxiger dichromatischer Krystalle ausgegangen werden, oder was auf dasselbe hinauskommt von jedem einzelnen der drei senkrecht auf einander stehenden Farbentöne zweiaxiger trichromatischer Krystalle, und zwar nur von einem einzigen auf einmal. Die Untersuchung beziehe sich also auf eine Kugel, welche blos den extraordinären Strahl hindurchlässt, der ordinäre sei absorbirt, oder es werde davon abstrahirt, oder was immer, kurz er bleibe aus der Betrachtung weg. Die Kugel ist also wie ein Turmalin in einer Richtung, in der Richtung der Axe *AB*, Fig. 1, undurchsichtig; durchsichtig aber in allen

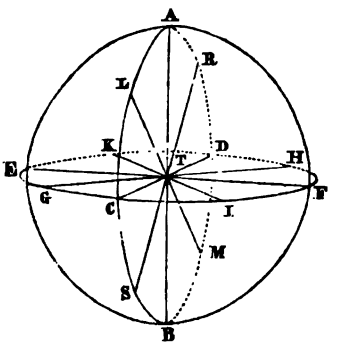
[1]) Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Band 12, S. 685.

Digitized by Google

Richtungen senkrecht auf die Axe, und die durch die Kugel hindurch gehenden Strahlen sind senkrecht auf die Axe polarisirt.

Bei dieser Voraussetzung kommt die Frage der „Farbe“ gar nicht in Betracht, durch welche die von mir früher versuchten Gegensätze mehr complicirt erscheinen.

Es werde nun die Kugel in mehreren Richtungen untersucht und aus der allgemeinen Hypothese, die partielle für den besonderen Fall entwickelt.




| Stellung wie in Fig. 1. | Richtung der Schwingungsebenen. | |
|---|---|---|
| I. Untersucht im Äquator. | *A* senkrecht auf die Polarisationsebene. | *B* in der Polarisationsebene. |
| | Folgerung. | |
| 1. In der Richtung *EF* (senkrecht auf *CD*). | Parallel *AB*. | Parallel *CD*. |
| 2. In der Richtung *GH* (unter 45° geneigt gegen *CD*). | Parallel *AB*. | Parallel *IK*. |
| 3. In der Richtung *CD*. | Parallel *AB*. | Parallel *EF*. |
| 4. In der Richtung *IK* (unter 45° geneigt gegen *CD*). | Parallel *AB*. | Parallel *GH*. |

Für jede einzelne Beobachtung wird vorausgesetzt, die Wahrscheinlichkeit sei absolut gleich für beide Fälle, dass die Schwingungen entweder in der Polarisationsebene oder senkrecht auf dieselbe stattfinden. Die Ergebnisse der einen und der anderen Hypothese sind hier an einem blos für den extraordinären Strahl durchsichtigen Krystall in vier verschiedenen Richtungen geprüft. Mit den beiden Hypothesen wird also ein Versuch durchgeführt.

Digitized by Google

Nach der Hypothese *A* finden in allen vier Fällen die Schwingungen parallel der Axe *AB* Statt.

Nach der Hypothese *B* finden die Schwingungen mit gleicher Wahrscheinlichkeit nach vier verschiedenen Richtungen *CD*, *EF*, *GH*, *IK* Statt, welche unter sich Winkel von 90° und 45° einschliessen.

Die Wahrscheinlichkeit, dass die Schwingungen parallel der Axe *AB* stattfinden, ist also eben so gross, als die, dass diese nach den Richtungen *CD*, *EF*, *GH*, *IK* zusammengenommen stattfinden, oder: die Wahrscheinlichkeit, dass sie parallel der Linie *AB* stattfinden ist viermal so gross, als die, dass sie parallel jeder der einzelgenannten Linien geschehen.

Aber man untersucht ja den Krystall nach allen Azimuthen um die Axe *AB* herum. Schreitet man von Grad zu Grad vor, so steigert sich die Wahrscheinlichkeit auf das Verhältniss von 180 : 1 für $n$ = Stellungen auf das von $n$ : 1 für alle möglichen Stellungen, endlich erreicht sie das von $\infty$ : 1. Wenn also auch aus der Theorie der Ätherbewegung die Schwingungen in der Polarisationsebene und senkrecht auf dieselbe mit gleichen Ansprüchen auf Wahrscheinlichkeit abgeleitet worden sind, so erhält durch die Prüfung vermittelst des extraordinären Strahles eines einaxigen Krystalles, oder eines der Grenzwerthe besitzenden Strahles eines zweiaxigen Krystalles, die Hypothese der Schwingungen im polarisirten Lichte senkrecht auf die Polarisationsebene einen im Verhältniss von $\infty$ : 1 höheren Grad von Wahrscheinlichkeit als die Hypothese der Schwingungen in der Polarisationsebene.

| II. Untersucht im Meridian *ABC*. | *A*. | *B*. |
|---|---|---|
| 1. In der Richtung *AB* (Richtung der Axe). | Parallel *AB*. | Keine Schwingung. |
| 2. In der Richtung *LM* (unter 45° geneigt gegen *AB* und *CD*). | Parallel *AB*. | Parallel *EF*. |
| 3. In der Richtung *CD* (senkrecht auf die Axe). | Parallel *AB*. | Parallel *EF*. |
| 4. In der Richtung *SR* (unter 45° geneigt gegen *AB* und *CD*. | Parallel *AB*. | Parallel *EF*. |

Digitized by Google

Von dem hellsten Punkte *C* im Äquator des Meridians fortschreitend gegen den oberen Punkt *A* (oder den unteren *B*) nimmt die Erscheinung allmählich ab, bis sie = 0 wird. Aber die Linie *AB* erscheint auch als Projection auf der Netzhaut nur mit der Grösse *AB cos L'TC*, wo *L'* ein dem *L* analog beliebig auf dem Meridian *ACB* genommener Punkt ist, also auch wenn $L'TC = 90°$, als =0. Jede Stellung des Krystalles zur Untersuchung der Frage bestätigt also wieder mit der gleichen Wahrscheinlichkeit die Hypothese der Schwingungen in der Richtung der Axe für den extraordinären Strahl. Sie wird = ∞ wegen der unendlich vielen möglichen Lagen.

Hier kann in erster Linie nicht mehr von Schwingungen senkrecht auf die Polarisationsebene die Rede sein, wenn sie der Axe parallel vor sich gehen, worauf auch Beer in seinem Schreiben aufmerksam macht, aber die Ebene in welcher die Schwingungen geschehen, bleibt doch immer auf der Polarisationsebene senkrecht, sie ist die Schwingungs- oder Oscillationsebene, wie sie Herr Dr. Beer so entsprechend genannt hat[1]).

Von demselben hellsten Punkte *C* beginnend, für Schwingungen in der Polarisationsebene geht man wieder von der gleichen Wahrscheinlichkeit aus. Gegen die Richtung *AB* fortschreitend, bleibt die Schwingungsrichtung parallel *EF*, aber bei jeder neuen, unter einem höheren Winkel angestellten Untersuchung nimmt die Intensität ab, bis sie am Ende = 0 wird, obwohl in der Richtung der Schwingungen keine Änderung eingetreten ist. Die Hypothese der Wahrscheinlichkeit dieser Richtung der Schwingungen wird also selbst dem Untersuchenden in der Hand = 0, wenn man sie mit der Stetigkeit der Ergebnisse in der Hypothese vergleicht, welche die Richtung der Schwingungsebenen senkrecht auf der Polarisationsebene einnimmt.

Das Verhältniss der Wahrscheinlichkeit ist daher auch hier ∞ gegen 1 dafür, dass die Schwingungsebene gegen die Polarisationsebene senkrecht steht, gegen die, dass sie in ihrer Lage mit derselben übereinstimmt.

Nach den vorhergehenden Betrachtungen kann die heutige Stellung der Frage mit wenigen Worten folgender Gestalt bezeichnet werden:

---

[1]) Einleitung in die höhere Optik. S. 61.

Digitized by Google

1. Angenommen: Die Schwingungen des Lichtäthers sind transversal.
2. Aus den Gesetzen der Bewegung des Lichtäthers folgt, wie Herr Dr. Beer neuerdings bewies, mit nahe gleicher Wahrscheinlichkeit in beiden Fällen, dass die Ebene dieser Schwingungen senkrecht auf der Polarisationsebene steht, oder dass sie mit derselben zusammenfällt.
3. Aus der Prüfung durch einaxige und zweiaxige Krystalle folgt die Wahrscheinlichkeit von $\infty : 1$ für die Hypothese, dass die Ebene der Schwingungen senkrecht auf der Polarisationsebene steht, gegen die Hypothese, dass die Schwingungsebene mit der Polarisationsebene zusammenfällt.

In den vorhergehenden Zeilen habe ich es vermieden, der mancherlei bisherigen Arbeiten und Ansichten des Gegenstandes neuerdings im Zusammenhange zu erwähnen, wie wir sie, von den ersten Voraussetzungen Fresnel's beginnend, den Herren Cauchy, Neumann, Mac-Cullagh, Broch, Babinet, Moigno, v. Nörrenberg, Stokes, Ångström, Beer verdanken; sie sollten nur gewissermassen die Ergänzung derjenigen Betrachtungen bilden, welche sich meiner Ansicht nach, so ungezwungen an die Natur der einaxigen und zweiaxigen Krystalle in dieser Hinsicht anknüpfen, nämlich die Feststellung als ein wahres empirisches Naturgesetz, dass im linear polarisirten Lichte die Ebene der Schwingungen des Lichtäthers senkrecht auf der Polarisationsebene steht.

Digitized by Google

# Vortrag.

## *Über die Bahn der Calliope.*

Von Dr. Karl Hornstein,
Adjunct der k. k. Sternwarte zu Wien.

Die ersten Bahnbestimmungen und Ephemeriden der Calliope, des zwei und zwanzigsten aus der Gruppe der Asteroiden, wurden von mir während der ersten Erscheinung vom November 1852 bis Mai 1853 in den Numern 840, 847, und 858 der astronomischen Nachrichten mitgetheilt. In letzterer Numer wurde zugleich eine genaue Ephemeride vom November 1852 bis Ende April 1853 gegeben, die mittelst neun Beobachtungen aus drei Normalorten abgeleitet war. Da jedoch die letzte der Ephemeride zu Grunde gelegte Beobachtung auf den 26. Februar (1853) fiel, die Beobachtungen aber, namentlich mit den grösseren Fernröhren in Washington und Berlin bis Anfangs Mai desselben Jahres fortgesetzt werden konnten, so war es nothwendig die Ephemeride noch einer Verbesserung zu unterziehen. Inzwischen erschien die Bahnbestimmung von Bruhns in Berlin, die aus 26 Beobachtungen erhalten wurde (astr. Nachr., 37. Band Seite 202); ich zog es nun vor, sämmtliche Beobachtungen, statt mit obiger Ephemeride, mit einer nach dieser letzteren Bahn gerechneten Ephemeride zu vergleichen. Die Anzahl der mir zu Gebote stehenden Beobachtungen war vom November 1852 bis Mai 1853 im Ganzen 150.

Die zweite Erscheinung im Jahre 1854, über welche ich, gleichfalls nach Bruhns' Elementen, die Ephemeride ausdehnte, fügte vom Januar bis Mai 1854 noch 31 neue Beobachtungen hinzu, so dass die Gesammtzahl aller Beobachtungen sich auf 181 beläuft, und ich habe mir die Aufgabe gestellt, mit Benützung dieser sämmtlichen Beobachtungsdaten eine neue Bahnbestimmung vorzunehmen, und diese zur Vorausberechnung des Laufes der Calliope für 1855 zu benützen. Die Resultate dieser Arbeit sind in den gegenwärtigen Blättern enthalten, und zugleich die Mittel beigefügt, unter günstigen Umständen die

Digitized by Google

Bahn aus der nächsten Erscheinung mit Leichtigkeit verbessern und mit dem Himmel in Übereinstimmung bringen zu können [1]).

Die als Grundlage für die folgende Rechnung dienenden, von Bruhns im 37. Bande der astronomischen Nachrichten Seite 202 mitgetheilten Elemente sind:

1853, Jänner 0, $0^h$ mittl. Berliner Zeit.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Mittlere Anomalie . . . . . | 18° | 17′ | 0′2 | |
| Länge des Perihels . . . . . | 58 | 49 | 24·2 | Mittl. Äquin. |
| Länge des Knotens . . . . . | 66 | 36 | 50·5 | 1853·0. |
| Neigung . . . . . | 13 | 44 | 48·7 | |
| Log. der halben grossen Axe . | 0·4641480 | | | |
| Excentricität . . . . . | 0·1036133 | | | |
| Log. d. mittl. tägl. sid. Bew. . . | 2·8537846. | | | |

Nach diesen Elementen wurde eine Ephemeride für die ganze Sichtbarkeit vom November 1852 bis Mai 1853, und für die nächste Opposition vom Januar bis Ende Mai 1854 entworfen, und mit dieser die sämmtlichen Beobachtungen verglichen. Es folgen hier die Resultate dieser Vergleichung, wobei ich nur zu bemerken habe, dass die Orte des Planeten in der Ephemeride ohne Rücksicht auf die Störungen desselben angegeben waren, welche letztere erst später bei der Bildung der Normalorte in Rechnung gezogen wurden. Die nachstehende Übersicht enthält die fortlaufende Numer der Beobachtungen, das Datum und den betreffenden Beobachtungsort, und in den letzten zwei Columnen die Abweichungen der Beobachtungen von der Ephemeride in Rectascension und Declination, in dem Sinne „Beobachtungs-Rechnung" zu verstehen.

| Nr. | Datum. | Beobachtungsort. | Beob.-Rechnung. | |
|---|---|---|---|---|
| | | | $d\alpha$ | $d\delta$ |
| 1 | 1852. Nov. 17 | London . . . . . | + 8′1 | + 0′7 |
| 2 | „ 19 | Cambridge (England) . . . | + 2·6 | — 2·4 |
| 3 | „ 19 | Greenwich . . . . . | +17·6 | — 2·7 |
| 4 | „ 21 | Liverpool . . . . . | + 9·9 | — 1·4 |
| 5 | „ 21 | „ . . . . . | +11·3 | — 0·8 |
| 6 | „ 22 | Durham . . . . . | + 6·0 | — 1·6 |
| 7 | „ 24 | „ . . . . . | + 2·5 | — 0·5 |
| 8 | „ 24 | Liverpool . . . . . | + 5·3 | + 1·0 |
| 9 | „ 24 | „ . . . . . | + 2·8 | — 4·0 |
| 10 | „ 24 | „ . . . . . | + 6·7 | — 2·5 |
| 11 | „ 24 | „ . . . . . | + 7·6 | + 0·9 |
| 12 | „ 26 | Greenwich . . . . . | — 2·9 | — 2·9 |

[1]) In Numer 930 der astronomischen Nachrichten theilt Bruhns gleichfalls eine neue Bahn der Calliope mit, wozu er dieselben 26 Beobachtungen der ersten Erscheinung, wie zu seiner ersten Bahn, und ausserdem noch 11 Beobachtungen der zweiten Erscheinung verwendet.

Digitized by Google

| Nr. | Datum. | Beobachtungsort. | Beob.-Rechnung. | |
|---|---|---|---|---|
| | | | $d\alpha$ | $d\delta$ |
| 13 | 1852. Nov. 27 | Liverpool | + 3'2 | — 1'8 |
| 14 | „ 27 | Greenwich | + 0·4 | + 3·3 |
| 15 | „ 27 | Liverpool | + 2·2 | — 0·8 |
| 16 | „ 28 | Berlin | +12·8 | — 6·5 |
| 17 | „ 28 | Bilk | + 6·5 | — 4·4 |
| 18 | „ 30 | Liverpool | — 0·2 | + 1·7 |
| 19 | „ 30 | „ | + 1·4 | + 2·1 |
| 20 | Dec. 3 | Wien | — 1·4 | + 1·5 |
| 21 | „ 5 | „ | — 1·2 | — 2·0 |
| 22 | „ 5 | Kremsmünster | —20·4 | +10·7 |
| 23 | „ 6 | Berlin | — 4·4 | + 3·2 |
| 24 | „ 6 | Kremsmünster | —15·7 | —10·2 |
| 25 | „ 7 | „ | — 1·4 | — 1·7 |
| 26 | „ 7 | Wien | — 0·5 | — 3·9 |
| 27 | „ 8 | Berlin | — 3·1 | + 2·0 |
| 28 | „ 8 | Liverpool | — 4·7 | — 0·8 |
| 29 | „ 8 | „ | — 3·9 | + 1·5 |
| 30 | „ 9 | Durham | + 2·1 | + 2·2 |
| 31 | „ 9 | Wien | — 5·5 | + 0·7 |
| 32 | „ 10 | Cambridge (England) | 0·0 | . . . |
| 33 | „ 10 | Kremsmünster | —13·3 | + 3·5 |
| 34 | „ 11 | Cambridge (England) | — 9·1 | +11·8 |
| 35 | „ 11 | Berlin | — 5·3 | + 0·5 |
| 36 | „ 11 | Greenwich | +10·1 | — 5·8 |
| 37 | „ 11 | Hamburg | —10·1 | + 1·3 |
| 38 | „ 12 | Berlin | — 2·0 | — 3·0 |
| 39 | „ 12 | Durham | — 9·2 | — 4·0 |
| 40 | „ 12 | Hamburg | — 6·6 | + 2·0 |
| 41 | „ 14 | Cambridge (England) | —11·4 | + 8·4 |
| 42 | „ 14 | Berlin | — 4·0 | + 0·2 |
| 43 | „ 14 | Greenwich | —10·8 | + 4·5 |
| 44 | „ 15 | Cambridge (England) | —12·4 | + 3·0 |
| 45 | „ 15 | Greenwich | —10·8 | + 6·0 |
| 46 | „ 17 | Hamburg | — 2·4 | + 3·3 |
| 47 | „ 17 | Washington | + 1·0 | — 2·5 |
| 48 | „ 17 | „ | — 5·1 | — 4·4 |
| 49 | „ 18 | Berlin | —11·5 | — 3·3 |
| 50 | „ 18 | Bilk | — 9·4 | — 3.3 |
| 51 | „ 18 | Hamburg | —12·3 | + 5·4 |
| 52 | „ 18 | Washington | — 6·4 | — 1·8 |
| 53 | „ 19 | Wien | —11·3 | + 8·4 |
| 54 | „ 20 | Cambridge (England) | —15·0 | + 3·6 |
| 55 | „ 20 | Durham | —14·4 | + 7·1 |
| 56 | „ 20 | „ | —11·6 | — 0·8 |
| 57 | „ 20 | Greenwich | —12·6 | + 5·0 |
| 58 | „ 20 | Liverpool | —12·9 | + 1·5 |
| 59 | „ 20 | „ | —11·9 | + 2·9 |
| 60 | „ 21 | Cambridge (England) | —17·9 | +14·2 |
| 61 | „ 21 | Durham | —11·1 | + 6·6 |
| 62 | „ 21 | Wien | —11·8 | + 7·6 |
| 63 | „ 22 | Berlin | —14·5 | + 1·4 |
| 64 | „ 23 | „ | —16·9 | + 6·3 |

Digitized by Google

| Nr. | Datum. | Beobachtungsort. | Beob.-Rechnung. | |
|---|---|---|---|---|
| | | | $d\alpha$ | $d\delta$ |
| 65 | 1852. Dec. 24 | Berlin | —23'0 | + 6'8 |
| 66 | „ 28 | Cambridge (England) | —22·2 | + 6·0 |
| 67 | „ 29 | Kremsmünster | — 5·3 | — 4·4 |
| 68 | „ 29 | Wien | —11·1 | + 4·9 |
| 69 | „ 30 | Greenwich | — 9·5 | + 4·5 |
| 70 | 1853. Jänner 1 | Berlin | —11·8 | — 1·4 |
| 71 | „ 1 | Durham | —15·2 | + 4·3 |
| 72 | „ 2 | Padua | —17·2 | + 8·2 |
| 73 | „ 3 | Berlin | — 7·0 | — 3·9 |
| 74 | „ 4 | „ | — 7·1 | — 7·5 |
| 75 | „ 4 | Hamburg | —14·4 | + 8·1 |
| 76 | „ 4 | Padua | —10·0 | +10·5 |
| 77 | „ 5 | Greenwich | —14·3 | . . . |
| 78 | „ 5 | Padua | — 9·2 | + 4·9 |
| 79 | „ 5 | Washington | —18·7 | + 3·7 |
| 80 | „ 6 | Durham | —13·0 | +27·5 |
| 81 | „ 6 | Hamburg | —10·2 | . . . |
| 82 | „ 6 | „ | . . . | — 0·5 |
| 83 | „ 6 | Padua | —12·0 | +14·1 |
| 84 | „ 6 | Washington | —12·4 | + 5·4 |
| 85 | „ 7 | Berlin | — 6·7 | — 1·3 |
| 86 | „ 7 | Washington | —13·3 | + 6·5 |
| 87 | „ 8 | Durham | — 5·6 | + 3·7 |
| 88 | „ 9 | „ | — 9·4 | + 0·3 |
| 89 | „ 9 | „ | — 7·1 | + 3·6 |
| 90 | „ 9 | Hamburg | — 6·7 | + 9·2 |
| 91 | „ 11 | „ | —11·6 | —15·7 |
| 92 | „ 11 | Wien | —12·6 | — 1·7 |
| 93 | „ 12 | Kremsmünster | —17·4 | +10·6 |
| 94 | „ 13 | Durham | —15·7 | + 2·2 |
| 95 | „ 14 | Padua | —12·1 | + 8·2 |
| 96 | „ 15 | Kremsmünster | — 4·3 | — 0·6 |
| 97 | „ 16 | „ | — 6·2 | — 2·2 |
| 98 | „ 17 | „ | — 8·2 | + 6·1 |
| 99 | „ 17 | Washington | —21·1 | + 3·4 |
| 100 | „ 18 | Wien | —16·0 | + 6·4 |
| 101 | „ 19 | Washington | —20·8 | + 5·9 |
| 102 | „ 21 | „ | —20·2 | + 5·2 |
| 103 | „ 22 | Greenwich | — 5·1 | +10·0 |
| 104 | „ 27 | Washington | + 1·8 | + 4·0 |
| 105 | „ 27 | „ | + 0·2 | + 6·4 |
| 106 | „ 28 | „ | + 3·0 | +13·2 |
| 107 | „ 31 | „ | — 1·5 | + 4·8 |
| 108 | Febr. 2 | Berlin | + 1·3 | + 1·5 |
| 109 | „ 9 | Washington | — 2·3 | + 7·7 |
| 110 | „ 9 | Wien | + 1·8 | + 3·6 |
| 111 | „ 11 | Washington | —29·8 | + 6·0 |
| 112 | „ 11 | „ | — 0·2 | + 4·9 |
| 113 | „ 13 | „ | — 5·2 | + 5·0 |
| 114 | „ 13 | „ | — 3·4 | + 5·7 |
| 115 | „ 14 | „ | — 2·1 | + 5·2 |
| 116 | „ 17 | Berlin | + 1·1 | — 5·0 |

Digitized by Google

| Nr. | Datum. | Beobachtungsort. | Beob.-Rechnung. | |
|---|---|---|---|---|
| | | | $d\alpha$ | $d\delta$ |
| 117 | 1853. Febr. 17 | Washington | — 1'2 | + 4'7 |
| 118 | „ 20 | Wien | + 1·9 | + 3·2 |
| 119 | „ 25 | Washington | + 11·6 | + 3·2 |
| 120 | „ 26 | „ | + 6·8 | + 3·7 |
| 121 | „ 26 | Wien | + 8·1 | + 6·4 |
| 122 | März 1 | Hamburg | — 6·1 | — 17·2 |
| 123 | „ 3 | Wien | + 0·5 | + 8·8 |
| 124 | „ 5 | Senftenberg | + 12·5 | + 5·8 |
| 125 | „ 5 | Washington | + 7·3 | + 2·6 |
| 126 | „ 5 | Wien | + 5·9 | + 5·7 |
| 127 | „ 10 | Hamburg | + 11·5 | + 17·5 |
| 128 | „ 10 | Senftenberg | + 21·7 | + 3·2 |
| 129 | „ 10 | Wien | + 5·2 | + 5·0 |
| 130 | „ 12 | Berlin | + 15·5 | + 5·4 |
| 131 | „ 12 | Hamburg | + 17·1 | + 5·1 |
| 132 | „ 13 | Berlin | + 8·2 | + 2·5 |
| 133 | „ 13 | Leiden | — 19·4 | — 2·6 |
| 134 | „ 14 | Cambridge (England) | + 13·2 | + 7·7 |
| 135 | „ 14 | Washington | — 5·5 | + 6·4 |
| 136 | „ 15 | „ | + 4·0 | — 2·1 |
| 137 | „ 19 | Cambridge (England) | + 5·9 | + 6·3 |
| 138 | „ 19 | Washington | + 7·3 | + 1·5 |
| 139 | „ 19 | „ | + 3·9 | + 14·1 |
| 140 | „ 28 | Berlin | + 11·4 | + 13·0 |
| 141 | „ 29 | Washington | + 15·2 | — 2·2 |
| 142 | „ 30 | Berlin | + 14·5 | + 7·9 |
| 143 | „ 31 | „ | + 0·2 | + 7·0 |
| 144 | April 2 | Washington | + 3·2 | + 1·7 |
| 145 | „ 5 | „ | + 0·9 | — 1.1 |
| 146 | „ 9 | Berlin | + 4·5 | + 1·3 |
| 147 | „ 10 | Washington | + 10·8 | + 4·7 |
| 148 | „ 14 | Berlin | + 3·5 | — 1·2 |
| 149 | „ 27 | Washington | — 2·0 | — 3·5 |
| 150 | Mai 5 | Berlin | — 13·3 | — 4·5 |
| 151 | 1854. Jänner 20 | „ | —3' 52·2 | +2' 9·0 |
| 152 | „ 27 | „ | —4 8·6 | +2 20·9 |
| 153 | Febr. 15 | „ | —4 34·7 | +2 41·2 |
| 154 | „ 16 | „ | —4 40·6 | +2 38·9 |
| 155 | März 2 | „ | —5 19·3 | +2 46·7 |
| 156 | „ 2 | Kremsmünster | —5 8·2 | . . . |
| 157 | „ 3 | Berlin | —5 16·4 | +2 45·9 |
| 158 | „ 3 | Kremsmünster | —5 6·9 | +2 51·7 |
| 159 | „ 6 | Berlin | —5 22·8 | +2 49·8 |
| 160 | „ 10 | Kremsmünster | —5 13·6 | +2 44·7 |
| 161 | „ 11 | „ | —5 17·7 | +2 48·8 |
| 162 | „ 14 | Berlin | —5 28·1 | +2 44·6 |
| 163 | „ 15 | „ | —5 28·3 | +2 44·8 |
| 164 | „ 15 | Kremsmünster | —5 26·4 | +2 50·2 |
| 165 | „ 18 | „ | —5 30·8 | +2 49·3 |
| 166 | „ 19 | „ | —5 27·2 | +2 52·3 |
| 167 | April 1 | „ | —5 36·6 | +2 43·7 |
| 168 | „ 2 | „ | —5 28·0 | +2 40·4 |

Digitized by Google

| Nr. | Datum. | Beobachtungsort. | Beob.-Rechnung. | |
|---|---|---|---|---|
| | | | $d\alpha$ | $d\delta$ |
| 169 | 1854. April 5 | Kremsmünster . . . . . | −5′ 57″9 | +2′ 37″4 |
| 170 | „ 8 | „ . . . . . | −5 47·9 | +2 41·6 |
| 171 | „ 13 | Washington . . . . . | −5 30·5 | +2 37·6 |
| 172 | „ 15 | Kremsmünster . . . . . | −5 14·6 | +2 38·9 |
| 173 | „ 19 | „ . . . . . | −5 20·4 | +2 29·1 |
| 174 | „ 20 | „ . . . . . | −5 29·8 | +2 21·8 |
| 175 | Mai 1 | „ . . . . . | −5 38·5 | +2 20·5 |
| 176 | „ 6 | Washington . . . . . | −5 2·0 | +2 23·9 |
| 177 | „ 15 | „ . . . . . | −4 45·6 | +2 26·4 |
| 178 | „ 19 | „ . . . . . | −4 43·7 | +2 27·0 |
| 179 | „ 20 | „ . . . . . | −4 49·1 | +2 26·9 |
| 180 | „ 21 | „ . . . . . | −4 49·1 | +2 11·4 |
| 181 | „ 21 | „ . . . . . | −4 45·1 | +2 7·9 |

## Bemerkungen.

| Nr. | Beobachtungsort. | |
|---|---|---|
| 1 | London . . . . | Nach astr. Nachr. Nr. 840, Beilage. |
| 22 u. 24 | Kremsmünster . . | Beide Beobachtungen sind ausserhalb des Meridianes gemacht. Sie weichen entschieden von allen benachbarten Beobachtungen ab; ich habe sie daher ausgeschlossen. |
| 23 | Berlin . . . . . | Nur zwei Beobachtungen. |
| 36 | Greenwich . . . | Wird von Airy als unsicher angegeben, daher ausgeschlossen. |
| 47 | Washington . . . | Nur zwei Durchgänge. |
| 82 | Hamburg . . . . | In Declination nur Eine Vergleichung. Diese Beobachtung ist einem Schreiben des Herrn Dir. Rümker an Herrn Dir. v. Littrow zufolge nicht nach astronomischen Nachrichten Nr. 845, sondern wie folgt, angenommen: |

Mittl. Zeit Hamburg.

Jän. 6. $8^h\,21^m\,12^s{\cdot}3$ $\alpha = 66°\,43'\,42''0$ 2. Vergl.
$8\;33\;21{\cdot}4$ $\delta = +27\;26\;46{\cdot}0$ 1. „

Der Unterschied mit der in den astronomischen Nachrichten mitgetheilten Position rührt davon her, dass statt der Position des Vergleichsterns aus Bessels Zone 397, der Ort desselben aus B. Z. 396 angenommen wurde. Zugleich ist die erste Vergleichung bei der Declinationsbestimmung ausgelassen, indem der Planet zu nahe am Mittelpunkte des Ringmikrometers vorüberging. Der Himmel war ungünstig.

| | | |
|---|---|---|
| 91 | Hamburg . . . . | Ungünstiger Himmel. Die Declination aus demselben Grunde unsicher, wie am 6. Jänner; da sie hier auffallend stark von allen umliegenden abweicht, habe ich sie ausgeschlossen. |

Digitized by Google

| Nr. | Beobachtungsort. | |
|---|---|---|
| 99 | Washington . . . | Die Rectascensions-Differenz von Planet und Stern (astronom. Nachrichten Nr. 870) soll $+1^m 48^s 81$ (statt $-1^m 48^s 81$) heissen. |
| 99 | Washington | |
| 100 | Wien | |
| 101 | Washington | . . . Bei diesen vier Beobachtungen liegt derselbe Vergleichstern aus Bessel's Zone 397 zu Grunde; er kommt auch in Lalande vor, Nr. 8418. Bei den Washingtoner Beobachtungen ist die AR. blos aus Bessel, bei der Wiener Beobachtung, wie sie in den astronomischen Nachrichten mitgetheilt wurde, ist das Mittel aus Bessel und Lalande angewendet. Ungeachtet der ziemlich guten Übereinstimmung beider Sternkataloge scheint die Rectascension der Sterne doch bedeutend zu klein, wie aus der zu auffallenden Abweichung aller vier Beobachtungen zu schliessen. Ich habe also die vier Beobachtungen in Rectascension ausgeschlossen. |
| 102 | " | |
| 102 | Washington . . . | Die Rectascension des Planeten soll (astronomische Nachrichten 870) heissen $4^h 22^m 33^s 96$. |
| 111 | Washington . . . | Die Rectascension ist um etwa $^1/_2$ Bogenminute zu klein. Wo diese Abweichung ihren Grund hat, war nicht zu ermitteln. Im Orte des Vergleichsternes liegt er nicht. Die Beobachtung wurde daher blos in Declination benützt. |
| 112 | Washington . . . | Der Stern zu dieser Beobachtung, ferner zum 13., 14. und 17. Februar (Washington) ist in Rectascension unrichtig. Die mittlere Rectascension sollte heissen: $4^h 29^m 0^s 85$ statt $4^h 28^m 59^s 45$; daher die Rectascension des Planeten |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Februar | 11 | $4^h$ | $28^m$ $23^s 71$ |
| " | 13 | 4 | 29 32·66 |
| " | 13 | 4 | 29 33·76 |
| " | 14 | 4 | 30 13·34 |
| " | 17 | 4 | 32 16·93. |

| | | |
|---|---|---|
| 122 | Hamburg . . . . | Die Declination weicht bedeutend ab; daher ausgeschlossen. Rümker gibt die Beobachtung als nicht befriedigend an. |
| 127 | Hamburg . . . . | Der Vergleichstern ist Bessel's Zonen entlehnt. Er weicht bedeutend von Lalande ab. |
| 131 | Hamburg . . . . | Ebenso. |
| 133 | Leiden . . . . . | Die Rectascension weicht bedeutend ab, daher ausgeschlossen. |
| 139 | Washington . . . | Die Declination soll heissen: $+30^\circ 21' 3''44$ (statt: $+30^\circ 42' 6''15$). |



Digitized by Google

Nach dem 14. März 1853 bis Mai 1853 wurde keine Beobachtung weggelassen, ungeachtet einige ziemlich verdächtig scheinen, weil die Lichtschwäche des Planeten sehr viel beigetragen, die Unsicherheit der Beobachtungen zu vermehren. Auch von der zweiten Erscheinung (1854) sind sämmtliche Beobachtungen beibehalten.

Diese Abweichungen der Beobachtungen von der Ephemeride wurden nun in zwölf Gruppen abgetheilt und aus den in jeder Gruppe enthaltenen Zahlen das Mittel genommen, wodurch sich ergab:

| Gruppe. | Beobachtungen. | Datum. | $d\alpha$ | $d\delta$ |
|---|---|---|---|---|
| I. | Nr. 1 bis 20 | 1852. Nov. 25·25 | + 5′12 | —1′06 |
| II. | „ 21 „ 40 | Dec. 9·65 | — 4·60 | +0·83 |
| III. | „ 41 „ 60 | „ 18·25 | —10·16 | +2·87 |
| IV. | „ 61 „ 80 | „ 30·90 | —13·17 | +4·95 |
| V. | „ 81 „ 100 | 1853. Jän. 10·85 | —10·09 | +4·17 |
| VI. | „ 101 „ 125 | Feb. 14·40 | + 1·40 | +5·10 |
| VII. | „ 126 „ 150 | März 25·80 | + 6·79 | +3·95 |
| VIII. | „ 151 „ 154 | 1854. Feb. 4·60 | —4′19·03 | +2′27·50 |
| IX. | „ 155 „ 161 | März {5·86 / 6·33} | —5 14·99 | +2 47·93 |
| X. | „ 162 „ 168 | „ 21·36 | —5 29·34 | +2 46·47 |
| XI. | „ 169 „ 176 | April 18·80 | —5 30·20 | +2 31·35 |
| XII. | „ 177 „ 181 | Mai 19·60 | —4 46·52 | +2 19·92 |

Bei der Gruppe IX gehört das erste Datum zur Rectascension, das zweite der Declination. Diese Mittelwerthe für $d\alpha$ und $d\delta$ habe ich auf den Anfang des betreffenden Tages oder eines zunächst liegenden reducirt, wo bei Anwendung der bekannten Interpolationsformeln für ungleiche Intervalle des Argumentes noch auf die zweiten Differenzen Rücksicht genommen wurde. Ich fand so:

| Gruppe. | Neues Datum. | Corr. v. $d\alpha$. | Corr. v. $d\delta$. |
|---|---|---|---|
| I. | 1852. Nov. 25·0 | +0′18 | 0′00 |
| II. | Dec. 10·0 | —0·23 | +0·07 |
| III. | „ 18·0 | +0·13 | —0·05 |
| IV. | 1853. Jän. 0·0 | 0′00 | 0′00 |
| V. | „ 11·0 | +0·05 | —0·01 |
| VI. | Feb. 14·0 | —0·09 | 0·00 |
| VII. | März 26·0 | +0·02 | —0·01 |
| VIII. | 1854. Feb. 5·0 | —1·03 | +0·47 |
| IX. | März 5·0 | +1·07 | —0·18 |
| X. | „ 21·0 | +0·20 | +0·09 |
| XI. | April 18·0 | —0·51 | +0·37 |
| XII. | Mai 20·0 | +0·86 | —0·09 |

Digitized by Google

PARSONS LIBRARY University of MICHIGAN

Es wurden dann die Störungen der rechtwinkeligen Coordinaten der Calliope bezüglich des Äquators nach Encke's Methode berechnet und dabei einstweilen blos auf Jupiter und Saturn Rücksicht genommen. Die Masse Jupiters ward $= 1/1053{\cdot}924$, die des Saturn $= 1/3501{\cdot}6$ der Sonnenmasse gesetzt. Die folgende Tabelle gibt diese Störungen vom 0. Jänner 1853 bis zum beigesetzten Datum, in Einheiten der siebenten Decimale ausgedrückt.

| | $\delta x$ | | $\delta y$ | | $\delta z$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ♀ | ♄ | ♀ | ♄ | ♀ | ♄ |
| 1852. Nov. 16 | + 25·3 | + 7·0 | + 45·2 | + 2·5 | + 17·9 | + 0·3 |
| Dec. 16 | + 2·8 | + 0·8 | + 5·0 | + 0·2 | + 2·0 | 0·0 |
| 1853. Jänn. 15 | + 2·8 | + 0·7 | + 5·0 | + 0·2 | + 2·0 | 0·0 |
| Febr. 14 | + 24·4 | + 6·4 | + 45·8 | + 1·8 | + 17·7 | — 0·1 |
| März 16 | + 66·6 | + 17·3 | + 128·8 | + 4·5 | + 49·8 | — 0·6 |
| April 15 | + 27·3 | + 32·8 | + 256·0 | + 7·8 | + 99·5 | — 1·8 |
| Mai 15 | + 203·2 | + 52·5 | + 429·3 | + 11·1 | + 167·7 | — 3·8 |
| Juni 14 | + 290·0 | + 75·7 | + 649·6 | + 14·1 | + 255·7 | — 6·8 |
| Juli 14 | + 382·8 | + 101·9 | + 916·9 | + 16·3 | + 364·2 | — 10·9 |
| Aug. 13 | + 476·2 | + 130·8 | + 1229·4 | + 17·5 | + 493·4 | — 16·2 |
| Sept. 12 | + 565·6 | + 161·8 | + 1583·8 | + 17·3 | + 642·1 | — 22·9 |
| Oct. 12 | + 647·4 | + 194·6 | + 1975·1 | + 15·4 | + 808·5 | — 30·9 |
| Nov. 11 | + 719·8 | + 229·0 | + 2397·6 | + 11·6 | + 989·4 | — 40·4 |
| Dec. 11 | + 783·3 | + 264·4 | + 2844·5 | + 5·7 | + 1181·1 | — 51·4 |
| 1854. Jänn. 10 | + 841·1 | + 300·8 | + 3309·6 | — 2·5 | + 1379·0 | — 63·8 |
| Febr. 9 | + 899·2 | + 337·8 | + 3785·9 | — 13·2 | + 1578·4 | — 77·8 |
| März 11 | + 996·5 | + 375·3 | + 4269·8 | — 26·6 | + 1774·5 | — 93·4 |
| April 10 | + 1054·4 | + 413·1 | + 4757·9 | — 42·8 | + 1963·0 | —110·5 |
| Mai 10 | + 1176·8 | + 451·0 | + 5250·1 | — 62·0 | + 2140·6 | —129·3 |
| Juni 9 | + 1349·5 | + 488·9 | + 5748·7 | — 84·3 | + 2305·0 | —149·6 |
| Juli 9 | + 1589·7 | + 526·7 | + 6259·6 | —109·7 | + 2455·5 | —171·5 |
| Aug. 8 | + 1915·2 | + 564·3 | + 6792·3 | —138·8 | + 2593·5 | —195·1 |
| Sept. 7 | + 2344·3 | + 601·6 | + 7360·3 | —170·6 | + 2722·5 | —220·3 |
| Oct. 7 | + 2894·5 | + 638·5 | + 7980·8 | —206·3 | + 2848·4 | —247·0 |
| Nov. 6 | + 3581·8 | + 675·0 | + 8675·6 | —245·5 | + 2980·1 | —275·4 |
| Dec. 6 | + 4419·8 | + 711·1 | + 9470·1 | —288·3 | + 3129·2 | —305·4 |
| 1855. Jänn. 5 | + 5419·3 | + 746·7 | +10393·8 | —334·8 | + 3310·6 | —337·1 |
| Febr. 4 | + 6586·5 | + 781·7 | +11479·9 | —385·1 | + 3542·3 | —370·3 |
| März 6 | + 7923·6 | + 816·2 | +12764·9 | —439·1 | + 3845·5 | —405·1 |
| April 5 | + 9423·4 | + 850·1 | +14288·0 | —497·0 | + 4244·9 | —441·5 |
| Mai 5 | +11076·3 | + 883·4 | +16090·8 | —558·7 | + 4768·3 | —479·4 |
| Juni 4 | +12861·3 | + 916·2 | +18216·3 | —624·4 | + 5446·6 | —518·9 |
| Juli 4 | +14748·6 | + 948·4 | +20707·7 | —693·9 | + 6313·4 | —559·9 |
| Aug. 3 | +16698·1 | + 980·0 | +23607·5 | —767·4 | + 7404·7 | —602·5 |
| Sept. 2 | +18658·1 | +1011·0 | +26955·9 | —844·8 | + 8758·3 | —646·5 |
| Oct. 2 | +20564·7 | +1041·0 | +30789·0 | —926·1 | +10413·2 | —692·0 |



Digitized by Google

Hiemit fand ich die Störungen in Rectascension und Declination für die Zeiten der angeführten zwölf Gruppen:

| Gruppe. | Stör. in *AR.* | Stör. in Decl. |
|---|---|---|
| I. | + 0'20 | + 0'05 |
| II. | + 0·06 | + 0·02 |
| III. | + 0·03 | + 0·01 |
| IV. | 0·00 | 0·00 |
| V. | + 0·01 | + 0·01 |
| VI. | + 0·11 | + 0·11 |
| VII. | + 0·59 | + 0·31 |
| VIII. | +32·81 | —17·57 |
| IX. | +41·60 | —21·17 |
| X. | +45·60 | —21·68 |
| XI. | +48·34 | —20·68 |
| XII. | +45·40 | —18·73 |

Das Zeichen dieser Störungen ist schon in das entgegengesetzte verwandelt, so dass sie unverändert an die Beobachtungen des entsprechenden Datums angebracht, diese vom Einflusse der Störungen befreien und in rein elliptische Orte verwandeln. Die oben gegebenen $d\alpha$ und $d\delta$, nebst ihren Correctionen, so wie die hier angeführten Störungen wurden nun an die betreffenden Orte der Ephemeride angebracht und so die folgenden, auf den mittleren Äquator für 1853·0 bezogenen Normalorte gefunden:

| Normalort. | Datum. | $\alpha$ | $\delta$ |
|---|---|---|---|
| I. | 1852. Nov. 25 | 76° 30' 26'40 | +25° 8' 10'28 |
| II. | Dec. 10 | 72 34 35·14 | +26 9 49·87 |
| III. | „ 18 | 70 30 25·42 | +26 36 36·00 |
| IV. | 1853. Jän. 0 | 67 42 44·69 | +27 12 6·47 |
| V. | „ 11 | 66 12 20·34 | +27 37 13·53 |
| VI. | Feb. 14 | 67 27 23·00 | +28 55 51·84 |
| VII. | März 26 | 78 0 39·44 | +30 34 51·57 |
| VIII. | 1854. Feb. 5 | 189 45 43·76 | +15 29 31·57 |
| IX. | März 5 | 186 29 6·68 | +18 16 26·85 |
| X. | „ 21 | 183 11 43·49 | +19 30 43·54 |
| XI. | April 18 | 177 50 24·03 | +19 46 40·07 |
| XII. | Mai 20 | 175 58 33·01 | +17 9 50·59 |

Mittelst des ersten und letzten Normalortes und der entsprechenden curtirten Distanzen nach Bruhns' Elementen erhielt ich das folgende Elementensystem:

Digitized by Google

1853. Jänner 0, $0^h$ mittl. Berl. Zeit.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $M$ | 18° | 56′ | 50″40 | |
| ☊ | 58 | 1 | 49·85 | mittl. Äqu. |
| ☌ | 66 | 36 | 54·26 | 1853·0 |
| $i$ | 13 | 44 | 50·69 | |
| $\log a$ | 0·4635860 | | | |
| $e$ | 0·1032917 | | | |
| $\log \mu$ | 2·8546275 | | | |

wodurch die Normalorte in Länge und Breite so dargestellt werden:

| | Beob.-Rechnung. | |
|---|---|---|
| Normalort. | $d\lambda$ | $d\beta$ |
| I. | 0″00 | 0″00 |
| II. | + 4·35 | + 1·90 |
| III. | + 5·12 | — 0·45 |
| IV. | + 7·79 | + 1·67 |
| V. | +11·95 | — 0·21 |
| VI. | +15·54 | + 1·67 |
| VII. | +15·29 | + 4·19 |
| VIII. | —13·60 | — 6·58 |
| IX. | —14·63 | — 9·52 |
| X. | — 8·52 | —10·05 |
| XI. | — 6·81 | —11·04 |
| XII. | + 0·12 | 0·00 |

Eine Änderung von 1000 Einheiten der siebenten Decimale im Logarithmus der beiden curtirten Distanzen bewirkt nachstehende Änderungen:

| | in den Längen | | in den Breiten | |
|---|---|---|---|---|
| II. | +1″45 | +1″71 | —1″43 | +0″50 |
| III. | +2·00 | +2·41 | —2·06 | +0·77 |
| IV. | +2·27 | +3·50 | —2·81 | +1·17 |
| V. | +2·17 | +4·41 | —3·18 | +1·50 |
| VI. | —1·28 | +6·15 | —3·46 | +2·14 |
| VII. | —5·79 | +7·71 | —3·04 | +2·30 |
| VIII. | —6·82 | —3·89 | +1·02 | —2·33 |
| IX. | —5·72 | —3·63 | +0·72 | —3·72 |
| X. | —4·61 | —1·76 | +0·50 | —3·89 |
| XI. | —2·16 | +0·73 | +0·15 | —2·56 |

Digitized by Google

und endlich in den Elementen:

| | | |
|---|---|---|
| $\delta M$ | $-3'\ 40''65$ | $-2'\ 46''14$ |
| $\delta \varpi$ | $+4\ 32 \cdot 27$ | $+2\ 58 \cdot 09$ |
| $\delta \Omega$ | $+0\ 0 \cdot 96$ | $+0\ 0 \cdot 24$ |
| $\delta i$ | $-0\ 0 \cdot 11$ | $+0\ 0 \cdot 56$ |
| $\delta (log\ a)$ | $+0 \cdot 0000574$ | $+0 \cdot 0000828$ |
| $\delta e$ | $-0 \cdot 0000398$ | $+0 \cdot 0001564$ |

Mit Hilfe dieser Daten ist man im Stande, dasjenige System zu berechnen, welches die Summe der Quadrate der Abweichungen von Beobachtung und Rechnung für alle Normalorte zu einem Minimum macht. Es ergibt sich auf diese Weise die folgende

**wahrscheinlichste Ellipse für 1853, Jän. 0.**

1853 Jänner 0, $0^h$ mittlere Berliner Zeit:

| | | |
|---|---|---|
| $M$ | $18^0\ 47'\ 9''2$ | |
| $\varpi$ | $58\ 12\ 38 \cdot 8$ | Mittl. Äqu. |
| $\Omega$ | $66\ 36\ 55 \cdot 6$ | 1853·0 |
| $i$ | $13\ 44\ 52 \cdot 0$ | |
| $log\ a$ | $0 \cdot 4638374$ | |
| $e$ | $0 \cdot 1036595$ | |
| $log\ \mu$ | $2 \cdot 8542504$ | |

mit den übrigbleibenden Fehlern:

| Normalort. | Datum. | Beob.-Rechnung. $d\lambda$ | Beob.-Rechnung. $d\beta$ |
|---|---|---|---|
| I. | 1852. Nov. 25 | $0''0$ | $0''0$ |
| II. | Dec. 10 | $-1 \cdot 0$ | $+1 \cdot 7$ |
| III. | „ 18 | $-2 \cdot 4$ | $-0 \cdot 9$ |
| IV. | 1853. Jän. 0 | $-2 \cdot 7$ | $+0 \cdot 7$ |
| V. | „ 11 | $-0 \cdot 8$ | $-1 \cdot 7$ |
| VI. | Feb. 14 | $+0 \cdot 9$ | $-1 \cdot 2$ |
| VII. | März 26 | $-0 \cdot 1$ | $+0 \cdot 6$ |
| VIII. | 1854. Feb. 5 | $+1 \cdot 2$ | $-1 \cdot 4$ |
| IX. | März 5 | $-1 \cdot 3$ | $-0 \cdot 6$ |
| X. | „ 21 | $-0 \cdot 7$ | $-0 \cdot 5$ |
| XI. | April 18 | $-7 \cdot 1$ | $-4 \cdot 7$ |
| XII. | Mai 20 | $0 \cdot 0$ | $0 \cdot 0$ |

Mit diesen wahrscheinlichsten Elementen ist die nachstehende Ephemeride für die nächste Opposition berechnet:

Digitized by Google

## Ephemeride der Calliope.

(Für $0^h$ mittl. Berl. Zeit.)

| 1855. | Scheinbare Rectascension. | Scheinbare Declination. | Log. der Entfernung von der Erde. |
|---|---|---|---|
| Mai 0 | $16^h\ 55^m\ 17'.85$ | $-21°\ 54'\ 20''.4$ | 0·36787 |
| „ 1 | 54 43·99 | 56 31·1 | 0·36628 |
| „ 2 | 54 8·83 | −21 58 41·0 | 0·36473 |
| „ 3 | 53 32·42 | −22 0 50·0 | 0·36322 |
| „ 4 | 52 54·78 | 2 58·1 | 0·36175 |
| „ 5 | 52 15·96 | 5 5·1 | 0·36030 |
| „ 6 | 51 35·93 | 7 11·1 | 0·35891 |
| „ 7 | 50 54·74 | 9 15·9 | 0·35755 |
| „ 8 | 50 12·41 | 11 19·6 | 0·35625 |
| „ 9 | 49 29·01 | 13 22·0 | 0·35498 |
| „ 10 | 48 44·51 | 15 23·0 | 0·35375 |
| „ 11 | 47 58·98 | 17 22·8 | 0·35258 |
| „ 12 | 47 12·44 | 19 21·1 | 0·35146 |
| „ 13 | 46 24·96 | 21 18·1 | 0·35037 |
| „ 14 | 45 36·55 | 23 13·5 | 0·34933 |
| „ 15 | 44 47·25 | 25 7·4 | 0·34835 |
| „ 16 | 43 57·10 | 26 59·7 | 0·34743 |
| „ 17 | 43 6·17 | 28 50·4 | 0·34655 |
| „ 18 | 42 14·49 | 30 39·5 | 0·34572 |
| „ 19 | 41 22·11 | 32 27·0 | 0·34495 |
| „ 20 | 40 29·08 | 34 12·7 | 0·34424 |
| „ 21 | 39 35·46 | 35 56·9 | 0·34358 |
| „ 22 | 38 41·29 | 37 39·3 | 0·34297 |
| „ 23 | 37 46·61 | 39 20·0 | 0·34242 |
| „ 24 | 36 51·49 | 40 59·0 | 0·34191 |
| „ 25 | 35 55·97 | 42 36·2 | 0·34147 |
| „ 26 | 35 0·11 | 44 11·7 | 0·34108 |
| „ 27 | 34 3·95 | 45 45·4 | 0·34076 |
| „ 28 | 33 7·55 | 47 17·4 | 0·34049 |
| „ 29 | 32 10·96 | 48 47·7 | 0·34028 |
| „ 30 | 31 14·23 | 50 16·2 | 0·34012 |
| „ 31 | 30 17·42 | 51 43·0 | 0·34002 |
| Juni 1 | 29 20·58 | 53 8·1 | 0·33998 |
| „ 2 | 28 23·76 | 54 31·7 | 0·34000 |
| „ 3 | 27 27·00 | 55 53·5 | 0·34007 |
| „ 4 | 26 30·37 | 57 13·7 | 0·34020 |
| „ 5 | 25 33·90 | 58 32·4 | 0·34038 |
| „ 6 | 24 37·65 | −22 59 49·7 | 0·34063 |
| „ 7 | 23 41·68 | −23 1 5·4 | 0·34093 |
| „ 8 | 22 46·04 | 2 19·7 | 0·34129 |
| „ 9 | 21 50·79 | 3 32·8 | 0·34170 |
| „ 10 | 20 55·96 | 4 44·6 | 0·34217 |
| „ 11 | 20 1·62 | 5 55·2 | 0·34269 |
| „ 12 | 19 7·83 | 7 4·7 | 0·34327 |
| „ 13 | 18 14·63 | 8 13·3 | 0·34391 |

Digitized by Google

| 1855. | Scheinbare Rectascension. | Scheinbare Declination. | Log. der Entfernung von der Erde. |
|---|---|---|---|
| Juni 14 | 16h 17m 22:04 | —23° 9′ 21″0 | 0·34461 |
| „ 15 | 16 30·16 | 10 27·9 | 0·34534 |
| „ 16 | 15 39·01 | 11 34·1 | 0·34614 |
| „ 17 | 14 48·65 | 12 39·7 | 0.34697 |
| „ 18 | 13 59·08 | 13 44·8 | 0·34787 |
| „ 19 | 13 10·39 | 14 49·5 | 0·34882 |
| „ 20 | 12 22·62 | 15 54·0 | 0·34981 |
| „ 21 | 11 35·80 | 16 58·3 | 0·35084 |
| „ 22 | 10 49·93 | 18 2·5 | 0·35193 |
| „ 23 | 10 5·10 | 19 6·7 | 0·35305 |
| „ 24 | 9 21·32 | 20 11·0 | 0·35423 |
| „ 25 | 8 38·62 | 21 15·6 | 0·35545 |
| „ 26 | 7 57·01 | 22 20·5 | 0·35672 |
| „ 27 | 7 16·55 | 23 25·8 | 0·35801 |
| „ 28 | 6 37·26 | 24 31·6 | 0·35936 |
| „ 29 | 5 59·15 | 25 37·9 | 0·36074 |
| „ 30 | 5 22·24 | 26 45·0 | 0·36216 |
| Juli 1 | 4 46·56 | 27 52·8 | 0·36361 |
| „ 2 | 4 12·14 | 29 1·5 | 0·36510 |
| „ 3 | 3 38·99 | 30 11·2 | 0·36663 |
| „ 4 | 3 7·11 | 31 21·8 | 0·36820 |
| „ 5 | 2 36·55 | 32 33·6 | 0·36979 |
| „ 6 | 2 7·32 | 33 46·7 | 0·37142 |
| „ 7 | 1 39·43 | 35 1·0 | 0·37307 |
| „ 8 | 1 12·88 | 36 16·6 | 0·37476 |
| „ 9 | 0 47·71 | 37 33·8 | 0·37647 |
| „ 10 | 0 23·92 | 38 52·5 | 0·37821 |
| „ 11 | 16 0 1·53 | 40 12·9 | 0·37997 |
| „ 12 | 15 59 40·52 | 41 34·9 | 0·38177 |
| „ 13 | 59 20·93 | 42 58·7 | 0·38358 |
| „ 14 | 59 2·77 | 44 24·4 | 0·38542 |
| „ 15 | 58 46·04 | 45 51·9 | 0·38727 |
| „ 16 | 58 30·72 | 47 21·4 | 0·38916 |
| „ 17 | 58 16·85 | 48 53·0 | 0·39106 |
| „ 18 | 58 4·41 | 50 26·6 | 0·39298 |
| „ 19 | 57 53·42 | 52 2·3 | 0·39490 |
| „ 20 | 57 43·85 | 53 40·0 | 0·39685 |
| „ 21 | 57 35·71 | 55 20·0 | 0·39882 |
| „ 22 | 57 29·02 | 57 2·1 | 0·40079 |
| „ 23 | 57 23·75 | —23 58 46·5 | 0·40279 |
| „ 24 | 57 19·90 | —24 0 33·1 | 5·40480 |
| „ 25 | 57 17·47 | 2 21·9 | 0·40681 |
| „ 26 | 57 16·45 | 4 12·9 | 0·40884 |
| „ 27 | 57 16·82 | 6 6·3 | 0·41087 |
| „ 28 | 57 18·58 | 8 1·8 | 0·41292 |
| „ 29 | 57 21·74 | 9 59·6 | 0·41497 |
| „ 30 | 57 26·27 | 11 59·6 | 0·41703 |
| „ 31 | 57 32·17 | 14 1·8 | 0·41909 |

Digitized by Google

Man kann wohl erwarten, dass die hier gegebene Ephemeride keine beträchtliche Abweichung vom Himmel zeigen werde. Die bedeutende Ausdehnung der Beobachtungen über einen Zeitraum von anderthalb Jahren und die lange Dauer der ersten Sichtbarkeit, wodurch die Normalorte VI und VII ziemlich nahe gegen die Mitte zwischen den äussersten zu liegen kommen, berechtigen zu dieser Erwartung. Um indessen eine etwaige, wenn auch nur mässige Abweichung auf einen noch geringeren Betrag herabbringen zu können habe, ich die oben erhaltenen Resultate benützt, um daraus Correctionsformeln für die Ephemeride zu berechnen, die ich hier folgen lasse. Sobald man auch nur eine einzige Beobachtung während der nächsten Erscheinung erhalten haben wird, kann man dann mittelst dieser Correctionen die ganze Ephemeride verbessern.

**Tafel zur Verbesserung der Ephemeride.**

| | Corr. in *AR.* | | Corr. in Decl. | |
|---|---|---|---|---|
| 1855. Mai 0 | −0ˢ.89 $x$ | −10ˢ.85 $y$ | +2′.6 $x$ | +51′.6 $y$ |
| „ 8 | −0·92 | −11·21 | +3·2 | +55·4 |
| „ 16 | −0·87 | −11·41 | +3·6 | +59·5 |
| „ 24 | −0·82 | −11·46 | +4·1 | +62·6 |
| Juni 1 | −0·76 | −11·33 | +4·4 | +65·9 |
| „ 9 | −0·70 | −11·11 | +4·9 | +68·8 |
| „ 17 | −0·63 | −10·79 | +5·3 | +70·9 |
| „ 25 | −0·56 | −10·36 | +5·6 | +71·9 |
| Juli 3 | −0·49 | − 9·92 | +5·5 | +72·1 |
| „ 11 | −0·44 | − 9·49 | +5·5 | +71·5 |
| „ 19 | −0·40 | − 9·13 | +5·6 | +70·4 |
| „ 27 | −0·38 | − 8·81 | +5·8 | +69·4 |
| Aug. 4 | −0·37 | − 8·55 | +6·0 | +68·3 |

Der Gebrauch dieser Correctionen ist folgender. Sobald man eine Beobachtung des Planeten erhalten, gibt die Vergleichung derselben mit der Ephemeride den Fehler dieser letzteren sowohl in Rectascension als in Declination; diese Fehler sollen (in dem Sinne Beobachtung — Ephemeride) $d\alpha$ und $d\delta$ heissen. Nennt man nun die für das entsprechende Datum aus vorstehender Tabelle genommenen Correctionen in *AR.* und Decl.

$$\lambda x + \mu y \text{ und } \eta x + \theta y$$

so hat man nur die beiden Gleichungen

$$\lambda x + \mu y = d\alpha$$
$$\eta x + \theta y = d\delta$$

Digitized by Google

aufzustellen, deren Auflösung die Unbekannten $x$ und $y$ bestimmen wird. Die Werthe dieser Unbekannten, in der vorstehenden Tabelle eingesetzt, geben dann die Correctionen der Ephemeride für die ganze Dauer der Sichtbarkeit des Planeten. Sollte der letzte (XII.) Normalort, in welchem nur wenige (Washingtoner) Beobachtungen zusammengefasst werden konnten, nicht beträchtlich unrichtig sein, so hoffe ich, dass mit Benützung sämmtlicher Beobachtungen von 1855 zur Auffindung von $x$ und $y$, die Verbesserung der Elemente aus der Erscheinung 1855 mit grosser Leichtigkeit sich wird bewerkstelligen lassen. Die Verbesserungen der Elemente (der oben erhaltenen wahrscheinlichsten Ellipse nämlich) findet man, sobald $x$ und $y$ bekannt ist, aus den Gleichungen:

$$\begin{aligned}
\delta M &= -220'65\,x - 166'14\,y \\
\delta \varpi &= +272{\cdot}27\,x + 178{\cdot}09\,y \\
\delta \Omega &= +0{\cdot}96\,x + 0{\cdot}24\,y \\
\delta i &= -0{\cdot}11\,x + 0{\cdot}56\,y \\
\delta (\log a) &= +574\,x + 828\,y \\
\delta e &= -398\,x + 1564\,y
\end{aligned}$$

$\delta (\log a)$ und $\delta e$ erscheinen in Einheiten der siebenten Decimale ausgedrückt.

Digitized by Google

# VERZEICHNISS

DER

## EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

(JÄNNER.)

Académie d' Archéologie de Belgique. Annales Vol. XI, livr. 3, 4.

Accademia delle scienze di Torino. Memorie. Serie II, tom. 14.

Akademie, k. bayerische, Abhandlungen der mathematisch-physicalischen Classe. Band VII, Abth. 2.

— Abhandlungen der historischen Classe. Band VII, Abth. 2.

D'Alton und J. Burmeister, der fossile Gavial von Boll. Halle 1854; Fol.

Annalen der Chemie und Pharmacie. Herausgegeben von Wöhler, Liebig und Kopp. Band 92, Nr. 1.

Basel, Universitäts-Schriften aus dem Jahre 1853.

Chiari, J., Braun C., Spaeth J., Klinik der Geburtshilfe und Gynaekologie. Erlangen 1855; 8°.

Christiania, Universitäts-Schriften aus dem Jahre 1854.

Cibrario, Luigi, Della economia politica del medio evo libri 3, 4, ediz. Torino 1854; 8°.

— Origini e progresso delle istituzioni della monarchia di Savoia. P. I. Torino 1854; 8°.

— Relazione sulle condizioni delle finanze dal 1830 al 1846 etc. Torino 1848; 8°.

Dana, James, A System of Mineralogy, comprising the most recent discoveries. Vol. I et II (in 1 Bande) 4, ed. New-York 1854; 8°.

Danielsen, D. C. et Boeck Wilh., Traité de la Spédalskhed ou Eléphantiasis des Grecs. Ouvrage publié aux frais du Gouverne-

Digitized by Google

ment Norvégien. Traduit du Norvégien par L. A. Cosson. Paris 1848. 8°. Avec Atlas de 24 pl. col.

Flora, 1854. Nr. 37—48.

Gerhard, Eduard, Danae. Ein griechisches Vasenbild. Berlin 1854; 4°.

Gesellschaft, historische, zu Basel. Beiträge zur vaterländischen Geschichte. Band IV.

Gesellschaft, schlesische, für vaterländische Cultur. 28. Jahresbericht.

Hingenau, Freiherr v., Handbuch der Bergrechtskunde. Lief. 4—7.

Hoffmann, J., Het chinesische Knolgewas Tsch'u-yu, de Naga-Imo oe Yamano-Imo van Japan. Lugdun. Bat. s. d.; 8°.

Hye-Glunek, Ant., Ritter v., Das österreichische Strafgesetz über Verbrechen, Vergehen und Übertretungen. Lief. 8.

Institution, R. of Great Britan, a List of members, officers etc. 1853.

— Notices of the Meetings of the members. Part 4.

Journal, the Civil-Engineer and Architects. Heft 10—12, 1854.

Königsberg, Universitäts-Schriften aus dem Jahre 1853.

Lamont, Magnetische Karten von Deutschland und Bayern. München 1854; Fol.

Landau, G., Beschreibung des Gaues Wetterelba. Herausgegeben von dem Gesammt-Vereine des deutschen Geschichts- und Alterthums-Vereines. Kassel 1854; 8°.

Louvain, Annuaire de l'université catholique de, 1855.

Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde te Leiden, Nieuwe Reéks van Werken, D. 8, d. 1, 2.

Museum, Francisco-Carolinum, 14. Jahresbericht.

Nachrichten, astronomische. Vol. 38. Altona 1854; 4°.

Newton, London journal and repertory of arts, sciences etc. No. 274—76.

Pacini, Filippo, Osservazioni microscop. e deduzioni patolog. sul Cholèra asiatico. Firenze 1854; 8°.

Plantamour, E., Resumé météorologique pour Genève et le Grand St. Bernard 1851, 1852, 1853.

Proschko, Franz Isid., Feierstunden. Linz 1854; 8°.

Repertory of Patent inventions and other discoveries etc. No. 142—144, London; 8°.

Rolle, Friedrich, Ergebnisse der geognostischen Untersuchung des südwestlichen Theiles von Obersteiermark. Wien 1854; 8°.

Digitized by Google

Schuller, Joh. Karl, zur Frage über den Ursprung der Romänen und ihrer Sprache. Hermannstadt 1855; 8°.

Schouppe, Ant. v., Geognostische Bemerkungen über den Erzberg und dessen Umgebungen. Wien 1854; 8°.

Society chemical, quarterly journal, No. 27.

Society geological, quarterly journal, No. 40.

Stiftelser, Norske. N. I. Christiania 1854; 8°.

Tchihatchef, Lettre sur les antiquités de l'Asie mineure, adressée à M. Mohl. Paris 1854; 8°.

Thierarznei-Institut, k. k., Vierteljahrschrift, Band V, Heft 1.

Verein, geognostisch-montanistischer für Steiermark. Vierter Bericht.

Verein für hessische Geschichts- und Landeskunde, Zeitschrift des, Band VI, Heft 3, 4.

Verein, naturforschender zu Riga, Correspondenzblatt, 1853.

Verein für siebenbürgische Landeskunde. Jahresbericht, 1853.

Wippermann, C. W., Regesta Schaumburgensia. Cassel 1853; 8°.

Zantedeschi, Nuovi esperimenti risguardanti l'origine della elettricità atmosferica etc. Venezia 1854; 8°.

Digitized by Google

Digitized by Google

| Beobachtungsort. | Mittlere Temperatur Réaumur | Maximum | | Minimum | | Mittlerer Luftdruck. Par. Lin. | Maximum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tag | Temp. | Tag | Temp. | | Tag | Luf |
| Valona †) | +7°80 | 2·6 | +13°0 | 26·3 | 0°0 | — | — | — |
| Zara [1]) | +6·78 | 10·6 | +10·3 | 30·3 | + 1·4 | 336‴58 | 30·3 | 342 |
| Ragusa | +6·77 | 9·6 | +12·0 | 30·3 | + 4·2° | — | — | — |
| Triest | +4·93 | 17·6 | + 9·0 | 31·3 | — 0·8 | 335·93 | 30·3 | 341 |
| Venedig [2]) | +3·83 | 7·3* | + 7·7 | 30·3 | — 0·4 | 336·27 | 30·3 | 343 |
| Semlin | +2·72 | 10·6 | +10·6 | 31·3 | — 3·0 | 334·37 | 30·3 | 342 |
| Wien [3]) | +2·60 | 15·6 | + 8·2 | 12·/19· | — 2·7 | 328·78 | 29·9 | 336 |
| Fünfkirchen | +2·51 | 11·6 | + 8·0 | 30·3 | — 4·0 | 330·72 | 30·3 | 337 |
| Mailand [4]) | +2·49 | 4· | +11·4 | 21· | — 3·4 | 330·91 | 30·5 | 337 |
| Retz †*) | +2·45 | 16·6* | + 6·9 | 29·3 | — 2·5 | — | — | — |
| Prag | +2·15 | 15· | + 9·1 | 29· | — 3·3 | 327·30 | 29· | 334 |
| Meran | +2·11 | 15·6 | + 9·7 | 30· | — 4·2 | 324·98 | 30·3 | 331 |
| Szegedin | +2·04 | 4·6* | + 7·8 | 30·3 | — 4·0 | 333·41 | 30·3 | 340 |
| Zavalje | +2·03 | 4·6 | + 8·4 | 30·3 | — 7·0 | — | — | — |
| Linz | +1·82 | 15·9 | + 7·4 | 29·3 | — 4·7 | 326·48 | 29·9 | 333 |
| Korneuburg [5]) | +1·81 | 16·3 | + 7·9 | 18·9 | — 2·5 | — | — | — |
| Tirnau | +1·71 | 4·6 | + 7·6 | 29·9 | — 2·0 | 330·66 | 29·9 | 337 |
| Salzburg | +1·68 | 16· | + 8·9 | 30· | — 4·0 | 319·84 | 29·9 | 326 |
| Bregenz | +1·67 | 5·/16·6 | + 6·4 | 30·4 | — 5·1 | 323·32 | 30·4 | 328 |
| Bodenbach | +1·64 | 15·9 | + 7·0 | 21·6 | — 5·2 | 330·36 | 29·9 | 337 |
| Pilsen | +1·63 | 15·6 | + 7·4 | 21·3 | — 4·5 | 323·56 | 29·9 | 331 |
| Gran | +1·61 | 11·6 | + 7·3 | 30·3 | — 4·3 | — | — | — |
| Debreczin | +1·55 | 12·6 | + 8·2 | 30·3 | — 4·6 | 331·43 | 30·3 | 337 |
| Kremsmünster [6]) | +1·48 | 16·5 | + 7·4 | 30·3 | — 3·6 | 321·86 | 29·9 | 328 |
| Brünn | +1·43 | 5·/16· | + 6·9 | 21· | — 7·8 | 327·63 | 29·9 | 334 |
| Czaslau | +1·21 | 15·9 | + 6·3 | 21·/30·3 | — 5·0 | 325·37 | 29·9 | 332 |
| Schüttenhofen [7]) | +1·18 | 15·6 | + 7·5 | 29·3 | — 7·2 | 317·70 | 29·9 | 334 |
| Olmütz | +1·15 | 15·9 | + 6·0 | 21·9 | — 5·1 | 327·45 | 29·9 | 334 |
| Schössl | +1·08 | 15·6 | + 8·0 | 29·3 | — 3·8 | 322·77 | 29·9 | 330 |
| Krakau | +1·05 | 6· | + 5·6 | 19· | — 3·9 | 327·39 | 29·9 | 334 |
| Reichenau | +1·03 | 15·3 | + 5·2 | 29·9 | — 7·0 | 312·25 | 29·9 | 319 |
| Kahlenberg | +1·02 | 5·6 | + 7·6 | 29·3 | — 3·6 | 318·76 | 29·9 | 325 |
| Wachsenberg †**) | +0·94 | 15·6 | + 9·0 | 30·3 | — 5·0 | — | — | — |
| Pürglitz [8]) | +0·90 | 15·6 | + 7·1 | 21·3 | — 5·2 | 322·56 | 29·8 | 330 |
| Oderberg | +0·84 | 6·6 | + 5·6 | 29·3 | — 3·5 | — | — | — |
| Leipa | +0·79 | 15·9 | + 5·9 | 21·3 | — 5·6 | 325·24 | 18·9 | 332 |
| Kronstadt | +0·53 | 10·6* | + 5·0 | 26·3 | — 6·0 | 313·78 | 30·3 | 319 |
| Hermannstadt | +0·48 | 10·6 | + 6·3 | 25·9 | — 7·0 | 320·00 | 30·3 | 325 |
| Laibach | +0·47 | 6·6 | + 5·8 | 30·3 | — 9·4 | 325·48 | 30·3 | 332 |
| Czernowitz | +0·26 | 27·6 | + 8·4 | 23·3 | — 4·0 | 325·60 | 23·6 | 331 |
| Deutschbrod | +0·25 | 23·3 | + 4·6 | 29·9 | — 5·8 | — | — | — |
| Cilli | +0·23 | 6·6 | + 7·3 | 30··3* | —12·3 | 327·66 | 30·3 | 334 |
| Leutschau | +0·18 | 10·6 | + 4·6 | 30·3 | — 7·2 | 322·86 | 29·9 | 328 |
| Wallendorf | +0·18 | 12·/21·6 | + 5·8 | 24·3 | — 8·4 | 321·62 | 30·3 | 327 |
| Schemnitz | —0·21 | 11·6 | + 3·9 | 29·9 | — 5·0 | 312·72 | 29·9 | 318 |
| St. Magdalena | —0·28 | 15·6 | + 4·4 | 30·3 | — 7·1 | 303·92 | 29·/30·9 | 309 |
| Althofen | —0·31 | 15·6 | + 8·1 | 30·3 | — 8·4 | 308·18 | 29·9 | 314 |
| Senftenberg | —0·43 | 15·8 | + 4·0 | 21·7 | — 6·2 | 318·82 | 29·9 | 325 |
| Trautenau | —0·45 | 9·5 | + 3·8 | 29·4 | — 9·8 | 318·80 | 29·8 | 326 |

1) Zara am 8. ein Regenbogen, am 13. um 3h Ab. Sturm aus NW. vom 14. auf 15. Sturm aus I Gegensatze zu den Stürmen diesseits der Alpen.
2) Venedig in der Nacht vom 6. auf 7. viel Regen (10·95‴) am 17. Ab. Blitze gegen SSO.;
3) Wien, am 8. grosses Lichtmeteor am nordöstl. Himmel um 6h 27′ Ab. m. Wiener Zeit grosser Sonnenhof von 22½° im Halbm. mit prächtig irridisirender nördlicher horizontaler l während Schneegestöber (eine sehr seltene Erscheinung); am selben Abende um 5h 30′ zw 1. Jänner in einen grossen Orkan über.
4) Mailand, am 29. um 2h 45′ Morg. blieben die Uhren auf der Sternwarte stehen, woraus ma
5) Korneuburg, am 8. Lichtmeteor (wie in Wien). Am 1. 22. u. 23. Regenbogen.
6) Kremsmünster, am 19. um 1h 30′ Ab. farbiger Sonnenhof mit Nebensonnen.
7) Schüttenhofen, am 9. Abends grosses gelbrothes Lichtmeteor am Osthimmel (Orion) d
8) Pürglitz, der am 3. und 8. gefallene Schnee blieb nur bis zum 15. auf dem Berge Saletz

| | Dunst-druck Par. Lin. | Nieder-schlag Par. Lin. | Herr-schender Wind | Anmerkungen. |
|---|---|---|---|---|
| | — | — | — | |
| 3 | 1·96 | 43‴88 | N. | Oft **stürmisch** bes. am 23. u. 24. aus NW. am 29. aus NO. |
| 3 | 1·42 | 36·35 | NW. | Am 31. Ab. **Sturm** a. N. |
| | — | — | — | |
| | — | — | — | |
| 9 | — | 18·56 | W. SW. | |
| 8 | — | 123·87 | W. | *Am 30·4 — 6°0, man vergleiche Altaussee. |
| | — | 11·24 | NW. | *Am 30·3 — 10·0. |
| 1 | 1·61 | 32·90 | W. | |
| 1 | — | 9·48 | S. | *Am 23. **stürmisch** a. SW. u. NW. |
| 0 | 1·47 | 34·72 | NW. | |
| 2 | 1·64 | 147·05 | W. | *Am 18·4 — 6°6. |
| | — | — | NW. | Am 15. 23. 24. **stürmisch** a. SW. |
| 7 | 1·54 | 7·58 | SW. | |
| 1 | — | — | NW. | Am 31. Ab. **stürmisch** a. N. |
| 0 | 1·35 | 14·90 | NW. | Am 18. Nachts Sturm a. SO. am 31. von 6 bis 7ʰ Morg. |
| | — | — | — | [**Sturm** aus Nord. |
| 6 | 1·49 | 6·49 | W. | |
| | — | — | — | |
| | — | — | — | |
| 7 | 1·30 | 37·30 | O. | Am 31. **kein starker Wind.** |
| 0 | — | 20·36 | — | Am 13. dann 28. bis 31. **stürm.** a. W. u. NW. am 15. a. SW. |
| | — | — | — | |
| 7 | — | 118·45 | W. | Vom 3. auf 4. dann am 23. u. 24. **Stürme.** |

ladung hervorgebrachte Donner bestand aus einem einzigen tieftönenden prasselnden Knalle.
e), am 31. Ab. Sturm a. SO.
r verschwunden. Am 31. war es nur in Obervellach, St. Peter u. Heiligenblut stürmisch, an den

n Alpen überhaupt schon im December viel Schnee.

**gen.**

rk). 29.

**onaten.**

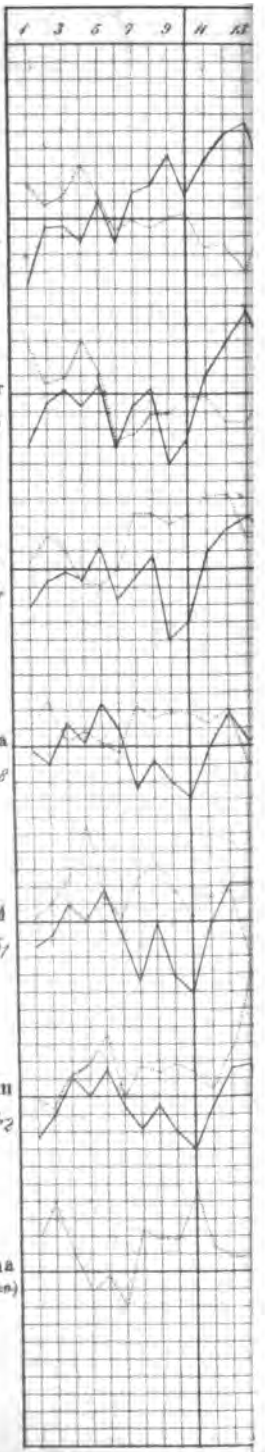
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 5·45 | 2‴25 | NO. | *Am 19·6 + 20°2 gr. **Trockenh.** im Sommer u. **Wassermgl.** |
| 3 | 5·12 | 29·71 | SW. | *Am 28. noch + 15°3. |
| 3 | 3·54 | 52·81 | SO. | *Am 24. noch + 11°6. |
| 2 | — | 47·70 | NW. | *Am 18·6 + 23°4. |
| 9 | — | 12·60 | NW. | Am 17. **Gewitter** bei Belgrad; am 26. noch + 19°3. |
| | 5·15 | 12·95 | NW. | Am 5. **Gewitter.** [**Schnee** bedeckt, Morgens **Regen.** |
| | 3·49 | 2·18 | NW. | Am 15. Ab. **Gewitter,** in d. Nacht v. 24. a. 25. war das Gras mit |
| | — | 66·63 | NW. | Am 5. 12. 16. 25. 28. **Gewitter.** |
| 3 | — | 4·03 | SO. NW. | *Am 21·6 Minimum des Luftdr. 321‴64. |
| 3 | 3·58 | — | NW. | Am 12. 13. 30. **Stürme** a. NW., seit 28. **Lagerschnee.** |
| | — | — | — | |
| 4 | 4·61 | 87·37 | SO. | Am 3. 7. 13. 16. 30. **Gew.,** am 30. v. 11ʰ 15′ bis 12ʰ **Orkan** a. N. |
| 5 | 5·11 | 51·91 | SO. | Am 1. 4. 7. 8. 10. 11. 21. 26. 27. **Gew.,** am 1. 7. 8. 27. **St.** a. NW. |
| 1 | — | — | S. u. O. | Vom 2. auf 3. **St.** a. SW., am 7. **Schnee** bis 5000′. |

icht rühren von einer nachträglich angebrachten Correction her.
tet; der Erdstoss am **30. October** trat ein um 6ʰ 48′ Ab. statt 6ʰ 28′.

gent. Valona liegt unter dem 40°29′ nördl. Breite und 37°10′ östl. Länge, etwa
ten sich erhebender Gebirge, die Seehöhe kann daher nur wenige Toisen betragen.
Hausner.
salpe).

Digitized by Google

Di
Die beigesch
Ein Netzth

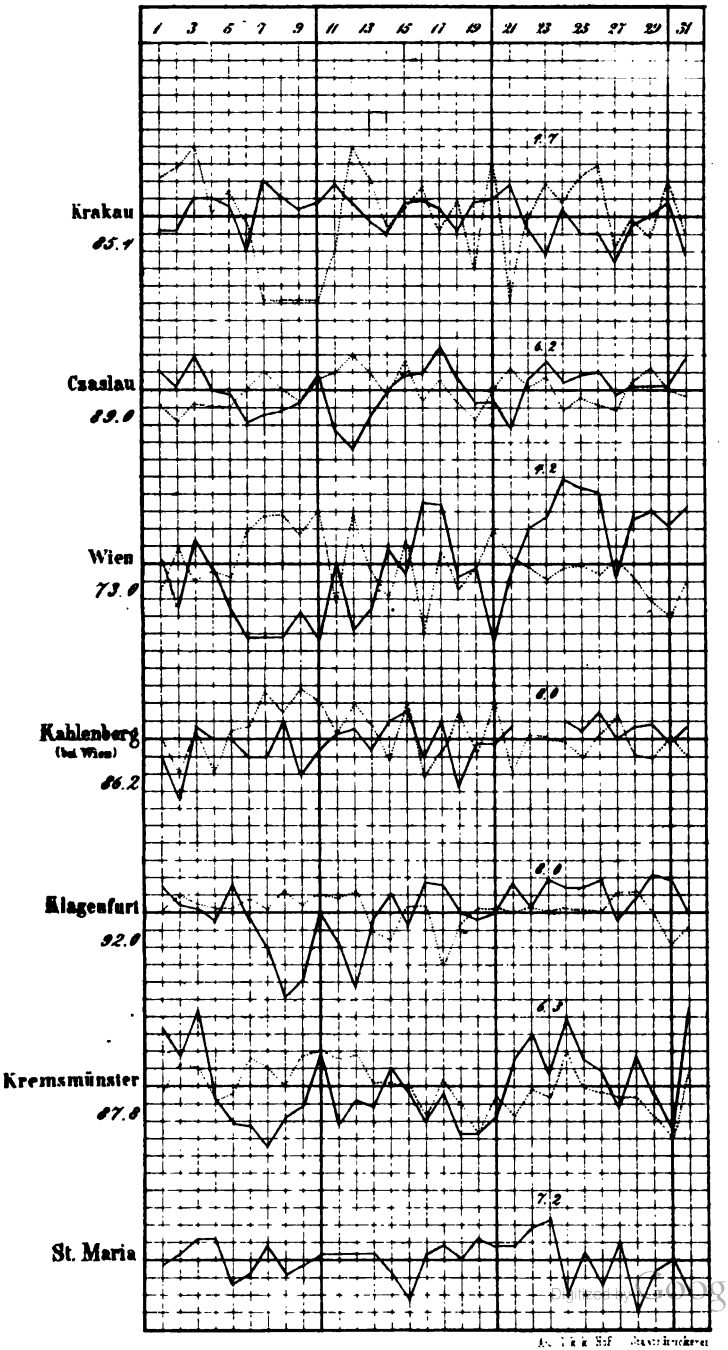



Digitized by Google

Digitized by Google

## Gang der Feuchtigkeit und des Ozongehaltes der Luft im Decemb. 1854.

Die punktirten Linien stellen die Feuchtigkeit, die ausgezogenen den Ozongehalt dar.
Die am Rande befindlichen Zahlen sind die Monatmittel der Feuchtigkeit, jene zwischen den Curven die Monatmittel des Ozongehaltes.
Den Monatmitteln entsprechen die stärkeren Horizontallinien.
Ein Netztheil beträgt für die Feuchtigkeit 5 Procente, für den Ozongehalt einen Theil der Farbenscala, welche vom völligen Weis bis zum tiefsten Blau zehn Abtheilungen enthält.



Digitized by Google

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

## MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XV. BAND. II. HEFT.

JAHRGANG 1855. — FEBRUAR.



Digitized by Google

Digitized by Google

## SITZUNG VOM 1. FEBRUAR 1855.

Das w. M., Herr Prof. Dr. Jos. Hyrtl, übersendete Fortsetzung und Schluss seiner für die Denkschriften bestimmten Abhandlung: *„Monographie des Chlamydophorus truncatus;"* diese Abtheilung enthält die Splanchno-, Angio- und Neurologie dieses Thieres.

## Eingesendete Abhandlungen.

### *Über die inducirte Ladung der Nebenbatterie in ihrem Maximum.*

Von K. W. Knochenhauer in Meiningen.

ZWEITE ABHANDLUNG.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 20. April 1854. — Die erste Abhandlung siehe im X. Bande, Seite 219 — 274.)

Bei den von mir im vorletzten Jahre angestellten und in den Sitzungsberichten der kais. Akademie, Märzheft 1853, mitgetheilten Versuchen über das Maximum der inducirten Ladung der Nebenbatterie bestanden die zu einander parallel gespannten Dräthe durchweg aus dem 1·15 Linien dicken Kupferdrathe *KK*, und nur in die Verbindungsdräthe mit den Batterieen waren auch andere Dräthe eingeschaltet worden. Es blieb also zur Vervollständigung der Untersuchung noch übrig, erstens: andere Dräthe zu spannen, um ihren Einfluss auf die Induction kennen zu lernen, und zweitens: statt der einfachen Schliessungsbogen Verzweigungen in ihnen anzubringen. Ich habe diese Versuche im Sommer 1853 ausgeführt, und erlaube mir die Resultate in dem Folgenden darzulegen.



Digitized by Google

Zum Anschluss an die frühern Beobachtungen wurden zunächst 16′ lange Dräthe *KK* ausgespannt; als Hauptbatterie diente das Flaschenpaar (*B*), als Nebenbatterie das Flaschenpaar (*A*), und der Hauptdrath, der ebenso wie der Nebendrath aus *KK* gebildet wurde, war mit Einschluss des gespannten Drathes 55′·2 lang. Die Beobachtungen, die später repetirt und wie früher aus den Zahlen bei 1 und 24 Zoll Distanz der gespannten Dräthe berechnet wurden, gaben:

(1) $I = 37{\cdot}5$; Hptdr. $= 55'{\cdot}2$; Nbdr. $= 54'{\cdot}1$; $aE = 1094{\cdot}4$; $b = 36{\cdot}6$
(2) $I = 52{\cdot}0$; „ $= 55'{\cdot}2$; „ $= 55'{\cdot}1$; $aE = 1244{\cdot}2$; $b = 30{\cdot}7$
(3) $I = 66{\cdot}5$; „ $= 55'{\cdot}2$; „ $= 56'{\cdot}1$; $aE = 1268{\cdot}2$; $b = 25{\cdot}7$
(4) $I = 37{\cdot}5$; „ $= 55'{\cdot}2$; „ $= 54'{\cdot}1$; $aE = 1026{\cdot}6$; $b = 33{\cdot}8$
(5) $I = 52{\cdot}0$; „ $= 55'{\cdot}2$; „ $= 55'{\cdot}1$; $aE = 1219{\cdot}6$; $b = 30{\cdot}4$
(6) $I = 66{\cdot}5$; „ $= 55'{\cdot}2$; „ $= 56'{\cdot}1$; $aE = 1226{\cdot}7$; $b = 25{\cdot}1$.

Diese Reihen stehen mit den in der ersten Abhandlung unter (203) bis (208) mitgetheilten Beobachtungen in Übereinstimmung. Hierauf wurden 16′ Kupferdrath *K* von 0·513 Linien Durchmesser statt 16′*KK* in den Hauptdrath und zwar zuerst (*I*) im Verbindungsdrathe, dann (*II*) als gespannter Drath eingeschaltet. Beide Beobachtungsreihen fielen gleich aus, wie die folgenden Angaben beweisen:

$I = 37{\cdot}5$. Nbdr. $= 56'{\cdot}1$.

| Dist. | (7) *i* beob. I | (10) *i* beob. II |
|---|---|---|
| 1 Z. | 29·2 | 29·0 |
| 3 | 27·5 | 27·5 |
| 6 | 25·7 | 25·5 |
| 12 | 22·2 | 22·0 |
| 18 | 19·5 | 19·2 |
| 24 | 17·0 | 17·0 |
| | $aE = 933{\cdot}0$ | $aE = 945{\cdot}4$ |
| | $b = 30{\cdot}9$. | $b = 31{\cdot}6$. |

$I = 52{\cdot}0$. Nbdr. $= 57'{\cdot}1$.

| Dist. | (8) *i* beob. I | (11) *i* beob. II |
|---|---|---|
| 1 Z. | 38·7 | 38·2 |
| 3 | 35·7 | 35·2 |
| 6 | 32·7 | 32·5 |
| 12 | 28·2 | 28·0 |
| 18 | 24·5 | 24·5 |
| 24 | 21·5 [1]) | 21·5 [2]) |
| | $aE = 1112{\cdot}1$ | $aE = 1128{\cdot}3$ |
| | $b = 27{\cdot}7$. | $b = 28{\cdot}5$. |

$I = 66{\cdot}5$. Nbdr. $= 58{\cdot}1$.

| Dist. | (9) *i* beob. I | (12) *i* beob. II |
|---|---|---|
| 1 Z. | 46·0 | 45·7 |
| 3 | 41·7 | 41·5 |
| 6 | 37·5 | 37·2 |
| 12 | 31·7 | 31·5 |
| 18 | 27·0 | 27·0 |
| 24 | 23·5 | 23·5 |
| | $aE = 1104{\cdot}0$ | $aE = 1111{\cdot}7$ |
| | $b = 23{\cdot}0$. | $b = 23{\cdot}3$. |

[1]) $55'{\cdot}1 - 20{\cdot}75$; $56'{\cdot}1 - 21{\cdot}25$; $57'{\cdot}1 - 21{\cdot}50$; $58'{\cdot}1 - 21{\cdot}25$.
[2]) $58'{\cdot}1 - 21{\cdot}25$; $57'{\cdot}1 - 21{\cdot}50$; $56'{\cdot}1 - 21{\cdot}00$.

Digitized by Google

Mit (7) bis (9) vergleiche man erste Abh. (209) bis (213). Um dies Resultat vollkommen sicher zu stellen, blieben die 16′ *K* im Hauptdrathe gespannt und andere 16′ *K* wurden in den Nebendrath statt 16′ *KK* erstens (*I*) im Verbindungsdrathe, zweitens (*II*) statt des gespannten Drathes eingeschaltet. Die Beobachtungen lieferten:

$I = 37{\cdot}5$. Nbdr. $= 38'{\cdot}1\ KK + 16'\ K$.

| Dist. | (13) *i* beob. I | (16) *i* beob. II |
|---|---|---|
| 1 Z. | 28·5 | 28·5 |
| 3 | 27·0 | 27·0 |
| 6 | 24·7 | 24·7 |
| 12 | 21·2 | 21·2 |
| 18 | 18·5 | 18·5 |
| 24 | 16·2 | 16·2 |

$aE = 869{\cdot}2$; $b = 29{\cdot}5$.

$I = 52{\cdot}0$. Nbdr. $= 39'{\cdot}1\ KK + 16'\ K$.

| Dist. | (14) *i* beob. I | (17) *i* beob. II |
|---|---|---|
| 1 Z. | 37·7 | 37·7 |
| 3 | 34·7 | 34·7 |
| 6 | 31·7 | 31·7 |
| 12 | 27·2 | 27·2 |
| 18 | 23·7 | 23·7 |
| 24 | 20·5 [1]) | 20·5 |

$aE = 1030{\cdot}5$; $b = 26{\cdot}3$.

$I = 66{\cdot}5$. Nbdr. $= 40'{\cdot}1\ KK + 16'K$.

| Dist. | (15) *i* beob. I | (18) *i* beob. II |
|---|---|---|
| 1 Z. | 45·7 | 45·7 |
| 3 | 41·0 | 41·7 |
| 6 | 37·0 | 37·0 |
| 12 | 30·7 | 31·0 |
| 18 | 26·2 | 26·2 |
| 24 | 22·7 | 22·7 |

$aE = 1038{\cdot}5$; $b = 21{\cdot}7$.

Der feinere Kupferdrath übt also als gespannter Drath nur den Einfluss aus, den er auch als Verbindungsdrath durch seinen etwas grösseren Widerstand äussert.

Ferner wurde der Platindrath *P* (16·8 Zoll lang und 0·081 Linien stark) statt 2′ *KK* in den Hauptdrath eingefügt, um den Widerstand desselben zu bestimmen; 16′ *K* waren zuerst in beiden Schliessungsdräthen, dann im Hauptdrathe allein ausgespannt, im Nebendrathe dagegen wieder durch 16′ *KK* ersetzt. Für den ersten Fall ergab sich:

(19) $I = 52{\cdot}0$. Nbdr. $= 39'{\cdot}1\ KK + 16'\ K$

| Dist. | *i* beob. | *i* ber. |
|---|---|---|
| 1 Z. | 32·7 | — |
| 3 | 29·5 | 29·6 |
| 6 | 25·7 | 25·9 |
| 12 | 20·7 | 20·7 |
| 18 | 17·2 | — |

$aE = 619{\cdot}0$; $b = 17{\cdot}9$.

(20) $I = 66{\cdot}5$. Nbdr. $= 40'{\cdot}1\ KK + 16'\ K$.

| Dist. | *i* beob. | *i* ber. |
|---|---|---|
| 1 Z. | 41·2 | — |
| 3 | 35·0 | 35·9 |
| 6 | 30·2 | 31·0 |
| 12 | 24·2 | 24·3 |
| 18 | 20·0 | — |

$aE = 676{\cdot}2$; $b = 15{\cdot}8$;

[1]) $40'{\cdot}1\,KK + 16'K - 20{\cdot}25$; $39'{\cdot}1\ KK + 16'K - 20{\cdot}50$; $38'{\cdot}1\ KK + 16'K - 20{\cdot}25$.

Digitized by Google

für den zweiten:

(21) $I = 52{\cdot}0$. Nbdr. $57'{\cdot}1$.

| Dist. | $t$ beob. | $t$ ber. |
|---|---|---|
| 1 Z. | 33·0 | — |
| 3 | 29·7 | 30·0 |
| 6 | 26·2 | 26·3 |
| 12 | 21·5 | 21·2 |
| 18 | 17·7 | — |

$aE = 653{\cdot}4$; $b = 18{\cdot}8$.

(22) $I = 66{\cdot}5$. Nbdr. $58'{\cdot}1$.

| Dist. | $t$ beob. | $t$ ber. |
|---|---|---|
| 1 Z. | 40·5 | — |
| 3 | 36·0 | 36·4 |
| 6 | 31·5 | 31·6 |
| 12 | 25·5 | 25·0 |
| 18 | 20·7 | — |

$aE = 720{\cdot}9$; $b = 16{\cdot}8$.

Berechnet man hier wie in der ersten Abh. den Gesammtwiderstand aus (14) und (15), indem man $16'$ $K = 18'$ $KK$ setzt, so erhält man bei $I = 52{\cdot}0$ Widerst. $= 1{\cdot}646$ und bei $I = 66{\cdot}5$ Widerst. $= 2{\cdot}087$; (19) und (20) dagegen geben, $P = 2'{\cdot}25$ $K$ gesetzt, bei $I = 52{\cdot}0$ Widerst. $= 2{\cdot}730$ und bei $I = 66{\cdot}5$ Widerst. $= 3{\cdot}194$, somit den Widerstand von $P$ allein $= 1{\cdot}084$ und $= 1{\cdot}107$. Ebenso folgt aus (11) und (12) bei $I = 52{\cdot}0$ Widerst. $= 1{\cdot}503$ und bei $I = 66{\cdot}5$ Widerst. $= 1{\cdot}951$, dagegen aus (21) und (22) Widerst. $= 2{\cdot}587$ und $= 2{\cdot}996$, folglich der Widerstand von $P$ allein $= 1{\cdot}084$ und $= 1{\cdot}045$. Der Widerstand, den $P$ im Hauptdrath darbietet, ist derselbe, als wenn $16'$ $KK$ statt der $16'$ $K$ gespannt worden wären, also erweitert sich das vorher gefundene Resultat dahin, dass man ohne die Erscheinungen zu ändern in den aus verschiedenartigen Dräthen zusammengesetzten Schliessungsbogen beliebig welche Theile parallel zu einander ausspannen darf, vorausgesetzt, dass man hierzu immer gleich lange Strecken verwendet.

Da der Kupferdrath $K$ nur einen unbedeutenden Widerstand leistet, so wurden noch $16'$ Messingdrath von 0·20 Linien Durchmesser ($M$ in der ersten Abh.) statt $16'$ $KK$ erstens ($I$) als Verbindungsdrath, zweitens ($II$) als gespannter Drath im Hauptdrath angewendet. Auch hier fielen beide Reihen ganz gleich aus.

$I = 52{\cdot}0$. Nbdr. $= 58'{\cdot}8$.

| Dist. | (23) $t$ beob. I | (24) $t$ beob. II |
|---|---|---|
| 1 Z. | 33·2 | 33·2 |
| 3 | 30·0 | 30·0 |
| 6 | 26·5 | 26·5 |
| 12 | 21·2 | 21·5 |
| 18 | 17·7 [1]) | 17·7 |

$aE = 648{\cdot}3$; $b = 18{\cdot}5$.

[1]) $54'{\cdot}1 - 15{\cdot}25$; $56'{\cdot}1 - 16{\cdot}75$; $57'{\cdot}1 - 17{\cdot}25$; $58'{\cdot}1 - 17{\cdot}75$; $59'{\cdot}1 - 17{\cdot}75$; $60'{\cdot}1 - 17{\cdot}50$.

Digitized by Google

Das so eben gefundene Resultat ist vornehmlich in theoretischer Beziehung wichtig. Gehen wir nämlich von dem aus, was ich in den Beiträgen[1]) §. 33 und 34 auseinandergesetzt habe, dass die im Hauptdrathe bestehende Kette eine ähnliche in dem Nebendrathe erzeugt und sich selbst der neu gebildeten entsprechend umformt, so würden wir, wenn in beiden Schliessungsdräthen 16′ *K* statt 16′ *KK* gespannt sind, eine gleiche Wirkung erwarten dürfen, als wenn wir 18′ *KK*, mit denen 16′ *K* äquivalent sind, ausgespannt hätten, es würde also die Induction, die sich in der Constanten *a* ausspricht, im Verhältniss von $16\sqrt{16} : 18\sqrt{18}$ oder im Verhältniss von 1 : 1·19 gestiegen sein müssen, demnach in einer Weise, die sich, wenn die Vergrösserung wirklich stattfände, deutlich genug in den beobachteten Zahlen zeigen würde. Auch müsste der Widerstand des Platindrathes *P* im Verhältniss von $\sqrt{18} : \sqrt{16}$ kleiner geworden sein, wogegen die Beobachtungen ebenfalls sprechen. Wenn ferner 16′ *K* im Hauptdrathe parallel zu 16′ *KK* im Nebendrathe gespannt sind, so dürfte man erwarten, dass die 16′ *K* = 18′ *KK* über die 16′ *KK* im Nebendrathe bis auf 18′ übergriffen, und wir hätten dann eine ähnliche Berechnung wie bei den ungleichen Schliessungsdräthen ungleicher Batterieen anzustellen; so würde nicht blos die Kette, sondern auch die freie Spannung im Nebendrathe mit beiden im Hauptdrathe nicht mehr übereinkommen, wie es doch nach den Beobachtungen der Fall ist. Unstreitig tritt also hier noch ein anderes Moment hervor, das näher zu bestimmen und in die Erklärung aufzunehmen ist. Nach dem gegenwärtigen Standpunkte unserer Kenntnisse, wo wir von dem, was wir Kette nennen, noch keine klare Anschauung haben, halte ich es für das Einfachste mit der Kettenbildung noch die Zeitdauer zu verbinden, in welcher sie im Nebendrathe hervortritt und im Hauptdrathe sich umformt. Ziehen wir also diese Zeitdauer der Kettenbildung und Kettenumformung als ein bestimmendes Moment herbei, so hätten wir zunächst hierher die zur Länge der Schliessungsdräthe proportionale Verkleinerung von *a* zu rechnen, indem die Zeitdauer proportional zu dieser Länge wüchse. Wir hätten ferner hierher das Resultat zu ziehen, dass *a* proportional zur Länge der gespannten Dräthe wächst; denn werden die Ketten auf ungleichen Längen zugleich formirt, so verhält sich die Zeitdauer der ganzen Kettenbildung

[1]) Beiträge zur Elektricitätslehre. Berlin, G. Reimer, 1854.

Digitized by Google

umgekehrt proportional zu diesen Längen. Nur der Factor $\sqrt{L}$, wo $L$ die Länge der gespannten Dräthe bezeichnet, hätte mit der Zeitdauer keinen Zusammenhang, er würde die Spannung der Ketten ausdrücken, demgemäss die Widerstände der Dräthe verändern, und käme mit den zwischen den gespannten Dräthen herübergehenden Kraftlinien in Verbindung. Nehmen wir nun an, dass die Zeitdauer der Kettenbildung auf 16′ *K* gleich der Zeitdauer auf 18′ *KK* ist und dass zur Zeitdauer proportional die freie Spannung der Elektricität zunimmt, so bleibt es sich in Bezug auf die Constante *a* ganz gleich, ob die gespannten Dräthe, abgesehen von dem vergrösserten Widerstande, aus 16′ *K* oder 16′ *KK* bestehen; in dem Verhältnisse als jene an äquivalenter Länge grösser sind und der Länge entsprechend mehr wirken würden, in demselben Verhältnisse wird ihre Wirkung durch die grössere Zeitdauer der Kettenbildung wieder verringert. Auch die Spannung der Ketten bleibt unverändert, da die Kraftlinien in beiden Fällen auf eine Weite von 16′ neben einander hinlaufen.

---

Viel umständlicher und theilweise schwieriger wurde mir die Bestimmung der inducirten Ladung der Nebenbatterie, wenn eine Verzweigung in einem der beiden Schliessungsdräthe oder in beiden zugleich angebracht wurde; nicht nur, dass die Induction sich hierdurch bedeutend verminderte und damit der Werth der Constanten weniger sicher festzustellen war, sondern die Zweige gaben auch zu Nebeninductionen Veranlassung, welche die beobachteten Zahlen gar zu leicht ungenau machten. Als ich auf diese Störungen aufmerksam wurde, habe ich sie, wie man sehen wird, so weit als nur möglich zu beschränken gesucht. — Unter Anwendung der beiden obengenannten Batterieen, die bei allen folgenden Versuchen beibehalten wurden, dienten als gespannte Dräthe 16′ *KK* auf beiden Seiten, und eben so waren die Verbindungsdräthe aus demselben dicken Kupferdrathe gebildet. Der Hauptdrath wurde von 55′·2 um 8 verlängert und dann 24′, worunter die gespannten 16′ begriffen waren, als erster Zweig durch 48′ als zweiten Zweig geschlossen; dieser zweite Zweig wurde möglichst weit von den gespannten Dräthen entfernt und isolirt dicht am Fussboden fortgeleitet. Es ergaben sich folgende Zahlen:

Digitized by Google

(25) $I = 66{\cdot}5$. Nbdr. $= 53'{\cdot}1$.

| Dist. | $t$ beob. | $t$ ber. |
|---|---|---|
| 1 Z. | 40·0 | — |
| 3 | 35·2 | 35·9 |
| 6 | 30·2 | 31·1 |
| 12 | 24·5 | 24·4 |
| 18 [1]) | 20·2 | — |

$aE = 700{\cdot}2$; $b = 16{\cdot}5$.

(26) $I = 52{\cdot}0$. Nbdr. $= 52'{\cdot}6$.

| Dist. | $t$ beob. | $t$ ber. |
|---|---|---|
| 1 Z. | 34·0 | — |
| 3 | 30·7 | 30·9 |
| 6 | 26·7 | 27·3 |
| 12 | 22·2 | 22·1 |
| 18 [2]) | 18·5 | — |

$aE = 690{\cdot}2$; $b = 19{\cdot}3$.

(27) $I = 37{\cdot}5$. Nbdr. $= 52'{\cdot}1$.

| Dist. | $t$ beob. | $t$ ber. |
|---|---|---|
| 1 Z. | 26·0 | — |
| 3 | 23·7 | 23·9 |
| 6 | 21·5 | 21·3 |
| 12 | 17·5 | — |
| 18 | 14·0 | 14·8 |

$aE = 590{\cdot}2$; $b = 21{\cdot}7$.

Sehen wir bei diesen Versuchen zunächst auf die für das Maximum der Ladung erforderliche Länge des Nebendrathes, so repräsentiren nach den Spannungsverhältnissen auf einem verzweigten Schliessungsbogen (s. Beiträge §. 22) zwei Zweige von 24′ und 48′ eine Länge von 16′ und somit wäre der Hauptdrath eben so lang geblieben als in den Versuchen (1) bis (6); die Länge des Nebendrathes gibt dieses Verhältniss im Allgemeinen wieder, doch ist er um 2′·5 im Mittel kürzer geworden. Ich kann mir diese Differenz nicht anders erklären, als dass die aus den Zweigen berechneten 16′ als ein dickerer Drath von dieser Länge angesehen werden müssen, der wieder einem kürzeren auf *KK* bezogenen Drathe äquivalent ist. Dass übrigens durch diese Verkürzung namentlich da, wo ungleichartige Dräthe zu Zweigen verbunden werden, auch eine kleine Änderung in der Stromtheilung bedingt sein werde, ist wohl kaum zu bezweifeln, und gerade dieses bisher nicht beachteten Umstandes wegen halte ich eine genaue Revision der Stromtheilung auf einem verzweigten Schliessungsbogen für nothwendig (vergl. Beiträge §. 22). Achten wir zweitens auf die Werthe von $aE$, so sind sie verglichen mit (1) bis (6) um mehr als $^2/_3$ kleiner geworden. Da wir aber nach den in der ersten Abh. mitgetheilten Formeln $a$ erhalten, wenn wir von $b$ die Zahl 5·8 abziehen, so führen diese Werthe nach Division in $aE$

[1]) 62′·1 — 11·75; 58′·1 — 15·00; 54′·1 — 19·50; 50′·1 — 16·50: 52′·1 — 19·75; 53′·1 — 20·25.

[2]) 53′·1 — 18·50; 52′·1 — 18·50.

Digitized by Google

auf $E=65{\cdot}4$, $E=51{\cdot}1$, $E=37{\cdot}1$, und wir erhalten somit das Resultat, dass auch bei einem verzweigten Hauptdrathe die absolute Ladung der Nebenbatterie völlig dieselbe ist, wie bei einem einfachen Bogen. Hieraus folgt wieder umgekehrt, dass wir die Werthe von $b$ aus der bisher giltigen Formel entnehmen können, sobald wir die beobachteten Werthe von $aE$ zu berechnen im Stande sind.

Zur genauen Feststellung der Werthe von $aE$ wurden nun die Beobachtungen fortgesetzt, und zugleich wurde, um den Widerstand anderer in der Leitung befindlicher Dräthe zu ermitteln, der Platindrath $P$ statt 2′ *KK* bald in den Stamm, bald in die Zweige eingeschaltet. Da die Reihen überall einen ähnlichen Verlauf wie die bisher mitgetheilten haben, so will ich der Kürze wegen die Spannungsdifferenz $i$ zwischen den Belegungen der Nebenbatterie nur bei der kleinsten und grössten Distanz der gespannten Dräthe angeben; ferner werde ich mit $P$ in Hptdr., $P$ in Nbdr., $P$ in *I*, $P$ in *II*, $P$ in *I* & *II* die Einschaltung von $P$ in den Stamm des Hauptdrathes, in den Stamm des Nebendrathes, in den Zweig *I*, welcher den gespannten Drath enthält, in den Zweig *II*, der als Verbindungsdrath dient, und die Einschaltung von je einem $P$ in beide Zweige bezeichnen; endlich werde ich die ganze Länge des Haupt- oder des Nebendrathes immer so angeben, dass ich die den beiden Zweigen entsprechende Länge nach den früheren Bestimmungen auf einem verzweigten Schliessungsbogen anrechne, also 2 Zweige von 24′ und 48′ zu 16′, 2 Zweige von 32′ und 32′ zu 16′, von 40′ und 40′ zu 20′, von 30′ und 60′ zu 20′.

Hptdr.=55′·2 ohne Zweige; Nbdr. mit den Zweigen $I$=24′ u. $II$=48′.

| Nro. | $P$ in | $I$ | Distanzen | | | Nbdr. | $aE$ | $b$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28 | — | 52·0 | 1 Z. 34·0 | — 18 Z.[1] | 18·7 | 58′·1 | 710·6 | 19·9 |
| 29 | — | 52·0 | 1 Z. 34·2 | — 18 Z. | 19·0 | 58′·1 | 726·0 | 20·2 |
| 30 | — | 66·5 | 1 Z. 40·2 | — 18 Z. | 21·0 | 59′·1 | 744·6 | 17·5 |
| 31 | Hptdr. | 66·5 | 1 Z. 34·0 | — 12 Z.[2] | 18·7 | 58′·6 | 459·0 | 12·5 |
| 32 | Hptdr. | 52·0 | 1 Z. 28·0 | — 12 Z. | 15·7 | 58′·1 | 394·8 | 13·1 |
| 33 | II | 52·0 | 1 Z. 32·5 | — 18 Z.[3] | 17·2 | 58′·6 | 624·0 | 18·2 |
| 34 | II | 66·5 | 1 Z. 38·7 | — 18 Z. | 19·0 | 59′·1 | 635·5 | 15·4 |
| 35 | I | 66·5 | 1 Z. 37·2 | — 18 Z. | 17·2 | 59′·1 | 547·5 | 13·7 |
| 36 | I | 52·0 | 1 Z. 31·7 | — 18 Z. | 15·7 | 58′·6 | 530·2 | 15·7 |
| 37 | Nbdr. | 52·0 | 1 Z. 27·7 | — 12 Z.[4] | 15·0 | 59′·1 | 360·7 | 12·0 |
| 38 | Nbdr. | 66·5 | 1 Z. 32·5 | — 12 Z. | 16·7 | 60′·1 | 380·2 | 10·7 |

[1]) 53′·1 — 13·75; 54′·1 — 14·75; 55′·1 — 16·00; 56′·1 — 17·25; 57′·1 — 18·50; 58′·1 — 18·75; 59′·1 — 18·50.
[2]) 59′·1 — 18·75; 60′·1 — 18·00; 58′·1 — 18·75; 58′·6 — 18·75.
[3]) 58′·1 — 17·25; 59′·1 — 17·25.
[4]) 58′·6 — 14·75; 59′·1 — 15·00; 59′·6 — 15·00.

Digitized by Google

Hptdr.=55′·2 mit den Zweigen $I$=24′ und $II$=48′;
Nbdr. ebenfalls mit den Zweigen $I$=24′ und $II$=48′.

| Nro. | $I$ | Distanzen | Nbdr. | $aE$ | $b$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 39 | 66·5 | 1 Z. 32·7 — 12 Z.[1]) 17·2 | 56′·1 | 399·5 | 11·2 |
| 40 | 52·0 | 1 Z. 29·0 — 12 Z. 15·7 | 55′·1 | 379·9 | 12·1 |
| 41 | 52·0 | 1 Z. 28·7 — 12 Z. 15·7 | 55′·1 | 382·3 | 12·3 |
| 42 | 66·5 | 1 Z. 33·2 — 12 Z. 17·2 | 56′·1 | 395·6 | 10·9 |

Bei den Versuchen (28) bis (30) zeigt die Länge des Nebendrathes, dass auch hier die beiden Zweige als ein dickerer Drath von 16′ auftreten, der etwa mit 13′·5 *KK* äquivalent ist. Die Werthe von $aE$ stimmen im Allgemeinen mit (25) und (26) überein; wenn sie etwas grösser ausgefallen sind, so liegt der Grund in einer Nebeninduction auf Zweig *II*, den ich noch nicht aufmerksam auf diesen Umstand nicht weit genug zurückgelegt hatte; erst die nächstfolgenden Reihen machten mir diese Störung bemerklich. Bei der späteren Zusammenstellung der Resultate müssen (28) bis (30) übergangen werden. — Um den Widerstand des Platindrathes zu berechnen, gehe ich, wie es sich als giltig erweisen wird, davon aus, dass die beiden Zweige zusammen denselben Widerstand leisten, als ein einfacher Drath von 16′ *KK*. Nun geben die Reihen (2) und (5) im Mittel $aE$ =1231·9 bei $I$=52·0 und (3) und (6) im Mittel $aE$=1237·4 bei $I$=66·5, somit den Widerstand der Batterien und der Leitungsdräthe =1·426 und =1·816. Mit diesen Widerständen sind ebenfalls die Werthe von $aE$=718·3, Mittel aus (28), (29), und $aE$=744·6 (30) behaftet; sie würden demnach, wäre der Widerstand =1 gewesen, auf 1024·3 bei $I$=52·0 und auf 1352·1 bei $I$=66·5 gestiegen sein. Dividirt man in diese Zahlen mit den Werthen 394·8 und 459·0 auf (32) und (31), so erhält man den Gesammtwiderstand der Batterieen, der Kupferdräthe und des Platindrathes =2·59 und =2·95, folglich den Widerstand von $P$ allein =1·16 und =1·13 oder gerade ebenso gross, als wenn keine Verzweigung im Nebendrathe vorhanden gewesen wäre. Auf gleiche Weise findet man den Widerstand von $P$ bei $I$ = 52·0 im Nbdr. = 1·41, in Zw. $I$ = 0·50 und in Zw. $II$ = 0·21; bei $I$ = 66·5 im Nbdr. = 1·73, in Zw. $I$ = 0·65 und in Zw. $II$ = 0·31. Wie in der ersten Abh. gefunden wurde, wächst auch hier der Widerstand im Nebendrathe mit der Ladung $I$ der Hauptbatterie. —

[1]) 58′·1 — 15·75; 56′·1 — 17·25; 55′·1 — 17·00.

Digitized by Google

Die Beobachtungen (39) bis (42) lehren, dass die Induction durch die doppelten in beide Schliessungsdräthe eingeschalteten Zweige bedeutend verringert wird; die Werthe von $aE$ sind augenfällig um mehr als $^2/_3 \times {}^2/_3$ oder um mehr als $^4/_9$ kleiner als die ihnen entsprechenden in (1) bis (6).

Hauptdrath = 55'·2 mit den Zweigen I = 30' und II = 30'.

| Nro. | *I* | Distanzen | Nbdr. | $aE$ | $b$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 43 | 66·5 | 1 Z. 36·5 — 18 Z.[1]) 17·2 | 55'·1 | 554·8 | 14·2 |
| 44 | 52·0 | 1 Z. 31·2 — 18 Z. 16·0 | 54'·6 | 556·2 | 16·8 |

In diesen Versuchen war Zw. II so geführt worden, dass er nur etwa um 8' von den gespannten Dräthen entfernt war; da mir indessen die zu bedeutende Länge des Nebendrathes besonders auffiel, so legte ich den Zweig noch um mehr als 4' zurück und erhielt jetzt:

| Nro. | *I* | Distanzen | Nbdr. | $aE$ | $b$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 45 | 52·0 | 1 Z. 31·2 — 18 Z.[2]) 15·2 | 52'·1 | 506·2 | 15·2 |
| 46 | 66·5 | 1 Z. 36·2 — 18 Z. 16·2 | 53'·1 | 500·2 | 12·8 |

Hierdurch war erwiesen, dass der zweite Zweig, wenn er den gespannten Dräthen zu nahe kommt, Störungen veranlasst, die einen nicht unbeträchtlichen Einfluss auf die Resultate ausüben. Demnach wurde es räthlich, Zweige von einer noch beträchtlicheren Länge zu gebrauchen.

Hauptdrath = 55'·2 mit den Zweigen I = 40' und II = 40'.

| Nro. | *P* in | *I* | Distanzen | Nbdr. | $aE$ | $b$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 47 | — | 66·5 | 1 Z. 36·2 — 18 Z.[3]) 16·2 | 52'·1 | 500·2 | 12·8 |
| 48 | — | 52·0 | 1 Z. 31·2 — 18 Z. 15·0 | 51'·6 | 490·5 | 14·7 |
| 49 | I | 66·5 | 1 Z. 35·5 — 12 Z.[4]) 19·0 | 52'·1 | 447·3 | 11·6 |
| 50 | I | 52·0 | 1 Z. 30·5 — 12 Z. 17·2 | 51'·1 | 436·1 | 13·3 |
| 51 | II | 66·5 | 1 Z. 34·5 — 12 Z. 18·0 | 52'·1 | 414·0 | 11·0 |
| 52 | II | 52·0 | 1 Z. 29·5 — 12 Z. 16·2 | 51'·1 | 398·2 | 12·5 |
| 53 | I & II | 52·0 | 1 Z. 28·2 — 12 Z.[5]) 15·0 | 51'·1 | 353·1 | 11·5 |
| 54 | I & II | 66·5 | 1 Z. 33·2 — 12 Z. 17·0 | 52'·1 | 382·6 | 10·5 |
| 55 | — | 66·5 | 1 Z. 36·2 — 18 Z. 15·7 | 52'·1 | 471·2 | 12·0 |

[1]) 54'·1 — 17·00; 53'·1 — 16·25; 55'·1 — 17·25; 56'·1 — 17·00.
[2]) Bei 12 Z. Dist. 54'·1 — 17·25; 53'·1 — 18·25; 52'·1 — 18·75; 51'·1 — 18·25.
[3]) 53'·1 — 16·00; 54'·1 — 15·00; 52'·1 — 16·25; 51'·1 — 16·00.
[4]) 51'·1 — 18·75; 52'·1 — 19·00; 53'·1 — 18·75.
[5]) 51'·1 — 15·00; 52'·1 — 14·75.

Digitized by Google

| Nro. | P in | I | Distanzen | | | Nbdr. | aE | b |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 56 | — | 66·5 | 1 Z. | 36·0 — 12 Z. | 19·7 | 52′·1 | 478·8 | 12·3 |
| 57 | — | 52·0 | 1 Z. | 31·2 — 18 Z. | 14·7 | 51′·1 | 475·0 | 14·2 |
| 58 | — | 52·0 | 1 Z. | 31·2 — 12 Z. | 18·2 | 51′·1 | 481·2 | 14·4 |
| 59 | I | 66·5 | 1 Z. | 34·5 — 12 Z. | 18·2 | 52′·1 | 427·8 | 11·4 |
| 60 | I | 52·0 | 1 Z. | 29·5 — 12 Z. | 16·7 | 51′·1 | 427·7 | 13·5 |
| 61 | II | 66·5 | 1 Z. | 33·2 — 12 Z. | 17·2 | 52′·1 | 394·9 | 10·9 |
| 62 | II | 52·0 | 1 Z. | 28·7 — 12 Z. | 15·7 | 51′·1 | 382·3 | 12·3 |
| 63 | I & II | 66·5 | 1 Z. | 32·2 — 12 Z. | 16·2 | 52′·1 | 361·1 | 10·2 |
| 64 | I & II | 52·0 | 1 Z. | 27·7 — 12 Z. | 14·7 | 51′·1 | 343·9 | 11·5 |

Die Länge des Nebendrathes zeigt, dass die beiden Zweige von 40′ nur etwa 16—17′ ausmachen, also als ein stärkerer Drath von 20′ gelten. Die Werthe von $aE$ in (47) und (48) sind durch die Zweige im Vergleich zu den entsprechenden Zahlen in (1) bis (6) um mehr als die Hälfte gesunken; die Beobachtungen (55) bis (58) stellen sie noch etwas niedriger. Berechnet man in derselben Weise wie vorher den Widerstand des Platindrathes, indem man jedoch (49) bis (52) mit (47) und (48), (59) bis (64) mit (55) bis (58) combinirt, da diese beiden Abtheilungen zu verschiedenen Zeiten angestellt wurden, so erhält man aus der ersten Abtheilung den Widerstand von $P$ bei $I = 52·0$ in $I = 0·18$, in $II = 0·33$ und in I & II $= 0·55$; bei $I = 66·5$ in $I = 0·21$, in $II = 0·38$ und in I & II $= 0·56$. Aus der zweiten Abtheilung folgt der Widerstand von $P$ bei $I = 52·0$ in $I = 0·17$, in $II = 0·35$ und in I & II $= 0·55$; bei $I = 66·5$ in $I = 0·20$, in $II = 0·37$ und in I & II $= 0·56$. Offenbar ist der Widerstand in dem Zweige, welcher den gespannten Drath enthält, oder in I um die Hälfte kleiner als in II, und je ein $P$ in beide Zweige eingeschaltet gibt den halben Widerstand von $P$ im Stamm des Hauptdrathes, der nach dem Früheren zu 1·10 angenommen werden kann.

Hauptdrath $= 55′·2$; Nebendrath m. d. Zw. $I = 40′$ und $II = 40′$.

| Nro | P in | I | Distanzen | | | Nbdr. | aE | b |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 65 | — | 52·0 | 1 Z. | 31·0 — 18 Z.[1]) | 14·7 | 58′·6 | 477·4 | 14·4 |
| 66 | — | 66·5 | 1 Z. | 35·7 — 18 Z. | 16·0 | 59′·6 | 493·3 | 12·8 |
| 67 | I | 66·5 | 1 Z. | 34·0 — 12 Z. | 18·0 | 59′·6 | 421·6 | 11·4 |
| 68 | I | 52·0 | 1 Z. | 29·0 — 12 Z. | 16·5 | 58′·6 | 420·5 | 13·5 |
| 69 | II | 66·5 | 1 Z. | 32·2 — 12 Z. | 16·7 | 59′·6 | 383·7 | 10·9 |
| 70 | II | 52·0 | 1 Z. | 28·2 — 12 Z. | 15·5 | 58′·6 | 375·7 | 12·3 |
| 71 | I & II | 66·5 | 1 Z. | 30·7 — 12 Z. | 15·2 | 59′·6 | 332·1 | 9·8 |
| 72 | I & II | 52·0 | 1 Z. | 26·7 — 12 Z. | 14·2 | 58′·6 | 334·4 | 11·5 |
| 73 | — | 52·0 | 1 Z. | 30·5 — 18 Z. | 14·5 | 58′·6 | 469·7 | 14·4 |
| 74 | — | 66·5 | 1 Z. | 35·0 — 18 Z. | 15·5 | 59′·6 | 472·5 | 12·5 |

[1]) Bei 12 Z. Dist. 54′·1 — 14·25; 56′·1 — 16·50; 57′·1 — 17·50; 58′·1 — 18·25; 59′·1 — 18·25.

Digitized by Google

Man findet, wie es zu erwarten war, dass die Länge des Nebendrathes um 3'·5 grösser als bei einem einfachen Schliessungsbogen ist, und dass die Werthe von $aE$ mit denen der vorletzten Reihe, wo dieselben Zweige im Hauptdrathe waren, nahe übereinstimmen. Der Widerstand von $P$ ist bei $I = 52{\cdot}0$ in I $= 0{\cdot}19$, in II $= 0{\cdot}41$, in I & II $= 0{\cdot}60$, bei $I = 66{\cdot}5$ in I $= 0{\cdot}30$, in II $= 0{\cdot}52$ und in I & II $= 0{\cdot}88$, er nimmt also bei sonst ähnlichen gegenseitigen Verhältnissen mit der Ladung $I$ der Hauptbatterie zu.

Für diejenigen, welche die Wirkung der Nebenbatterie gern so ansehen möchten, als treibe der Hauptstrom auf dem Nebendrathe positive und negative Elektricität nach entgegengesetzten Seiten, zwinge sie in die Nebenbatterie hinein und erzeuge durch Condensation eine Ladung in derselben, die sich später wieder über den Nebendrath ausgleicht, will ich hier als Merkzeichen zwei Beobachtungsreihen vollständig neben einander stellen. Bei $I = 52{\cdot}0$ enthält der Nebendrath in der ersten Reihe die beiden Zweige von 40' wie in (65), in der anderen ist Zw. II fortgenommen, so dass der Zweig I mit dem Stamm zusammen einen einfachen Schliessungsbogen bildet.

Nebendrath mit den Zweigen.

| Dist. | $t$ beob. |
|---|---|
| 1 Z. | 31·0 |
| 3 | 27·0 |
| 6 | 23·2 |
| 12 | 18·5 |
| 18 | 14·7 |

Nebendrath einfach.

| Dist. | $t$ beob. |
|---|---|
| 1 Z. | 20·7 |
| 3 | 16·2 |
| 6 | 12·7 |
| 12 | 9·2 |

Triebe der Hauptstrom die entgegengesetzten Elektricitäten auf dem Nebendrathe nach entgegengesetzten Seiten hinweg, so würde zunächst die Kraft, mit der dies geschieht, in den beiden so eben angegebenen Fällen die gleiche oder nahe gleiche sein, und es würden also gleiche oder nahe gleiche Mengen positiver und negativer Elektricität in Bewegung gerathen. Da aber im ersten Falle der Zweig II eine theilweise Ausgleichung der beiden getrennten Elektricitäten auf sich möglich macht, in dem anderen dagegen die ganzen Quanta bis zur Nebenbatterie gelangen, so müsste offenbar die Ladung derselben im ersten Falle kleiner als im anderen ausfallen. Die Beobachtung spricht hiergegen so entschieden als möglich.

Digitized by Google

Hauptdrath = 55′·2 mit den Zweigen I = 30′ und II = 60′.

| Nro. | P in | J | Distanzen | Nbdr. | aE | b |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 75 | — | 66·5 | 1 Z. 41·0 — 18 Z. [1]) 20·5 | 53′·1 | 697·0 | 16·0 |
| 76 | — | 52·0 | 1 Z. 35·2 — 18 Z. 19·0 | 52′·1 | 701·4 | 18·9 |
| 77 | I | 66·5 | 1 Z. 38·5 — 18 Z. 18·0 | 53′·1 | 573·6 | 13·9 |
| 78 | I | 52·0 | 1 Z. 32·5 — 18 Z. 16·2 | 52′·1 | 552·5 | 16·0 |
| 79 | II | 66·5 | 1 Z. 39·7 — 18 Z. 19·2 | 53′·1 | 636·0 | 15·0 |
| 80 | II | 52·0 | 1 Z. 33·7 — 18 Z. 17·5 | 52′·1 | 617·6 | 17·3 |
| 81 | I & II | 66·5 | 1 Z. 37·7 — 18 Z. 17·2 | 53′·1 | 539·8 | 13·3 |
| 82 | I & II | 52·0 | 1 Z. 31·7 — 18 Z. 15·2 | 52′·1 | 498.4 | 14·7 |
| 83 | Hptdr. | 66·5 | 1 Z. 34·5 — 12 Z. 18·2 | 53′·1 | 424·4 | 11·3 |
| 84 | Hptdr. | 52·0 | 1 Z. 28·7 — 12 Z. 16·0 | 52′·1 | 396·7 | 12·8 |
| 85 | — | 66·5 | 1 Z. 40·7 — 18 Z. 20·2 | 53′·1 | 684·6 | 15·8 |
| 86 | — | 52·0 | 1 Z. 35·0 — 18 Z. 18·7 | 52′·1 | 686·0 | 18·6 |
| 87 | I | 66·5 | 1 Z. 38·5 — 18 Z. 17·7 | 53′·1 | 558·2 | 13·5 |
| 88 | I | 52·0 | 1 Z. 32·5 — 18 Z. 16·2 | 52′·1 | 552·0 | 16·0 |
| 89 | II | 66·5 | 1 Z. 40·0 — 18 Z. 19·2 | 53′·1 | 632·0 | 14·8 |
| 90 | II | 52·0 | 1 Z. 34·0 — 18 Z. 17·5 | 52′·1 | 612·0 | 17·0 |
| 91 | I & II | 66·5 | 1 Z. 37·2 — 18 Z. 17·0 | 53′·1 | 532·7 | 13·3 |
| 92 | I & II | 52·0 | 1 Z. 31·5 — 18 Z. 15·2 | 52′·1 | 504·0 | 15·0 |

Die Vergleichung von (75) (76) und (85) (86) mit (25) (26) ergibt, dass die Länge der Zweige bei unverändertem gegenseitigen Verhältniss und bei gleicher Totallänge des Hauptdrathes keinen Einfluss auf die Hauptwerthe von $aE$ und $b$ ausübt, nur müssen die Nebeninductionen so weit als möglich beseitigt sein. Bei der Berechnung der Widerstände von $P$ sind wieder beide Abtheilungen, als zu verschiedenen Zeiten angestellt, auseinanderzuhalten; aus der ersten Abtheilung folgt der Widerstand von $P$ bei $J = 52·0$ in I = 0·38, in II = 0·19, in I & II = 0·58 und im Stamm = 1·10; bei $J = 66·5$ in I = 0·39, in II = 0·17, in I & II = 0·53 und im Stamm = 1·16; aus der zweiten Abtheilung bei $J = 52·0$ in I = 0·34, in II = 0·17, in I & II = 0·51; bei $J = 66·5$ in I = 0·41, in II = 0·15, in I & II = 0·52. Man vergleiche hiermit die Widerstände von $P$ im Nebendrathe bei gleichem Verhältniss der Zweige unter Nr. (28) bis (38); die dortigen Zahlen sind nur wie überall im Nebendrathe grösser.

Hauptdrath = 55′·2 mit den Zweigen I = 48′ und II = 24′.

| Nro. | P in | J | Distanzen | Nbdr. | aE | b |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 93 | — | 66·5 | 1 Z. 29·2 — 12 Z. [2]) 14·5 | 53′·1 | 318·8 | 9·9 |
| 94 | — | 66·5 | 1 Z. 29·2 — 9 Z. 16·7 | 53′·1 | 312·5 | 9·7 |
| 95 | — | 52·0 | 1 Z. 26·0 — 12 Z. 13·5 | 52′·1 | 309·4 | 10·9 |
| 96 | — | 52·0 | 1 Z. 26·0 — 9 Z. 15·5 | 52′·1 | 306·8 | 10·8 |
| 97 | I | 66·5 | 1 Z. 28·7 — 9 Z. 16·5 | 53′·1 | 307·4 | 9·7 |
| 98 | I | 52·0 | 1 Z. 25·0 — 9 Z. 14·7 | 52′·1 | 287·5 | 10·5 |

[1]) 51′·1 — 19·25; 52′·1 — 20·00; 53′·1 — 20·50; 54′·1 — 20·60.

[2]) 52′·1 — 14·00; 53′·1 — 14·50; 54′·1 — 14·25.

Digitized by Google

| Nro. | $P$ in | $I$ | Distanzen | Nbdr. | $aE$ | $b$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 99 | II | 66·5 | 1 Z. 25·7 — 9 Z. 13·7 | 53′·1 | 236·9 | 8·2 |
| 100 | II | 66·5 | 1 Z. 25·7 — 6 Z. 16·5 | 53′·1 | 231·7 | 8·0 |
| 101 | II | 52·0 | 1 Z. 21·7 — 9 Z. 12·0 | 52′·1 | 215·3 | 8·9 |
| 102 | II | 52·0 | 1 Z. 21·7 — 6 Z. 14·5 | 52′·1 | 217·5 | 9·0 |
| 103 | I & II | 66·5 | 1 Z. 25·0 — 9 Z. 13·5 | 53′·1 | 233·5 | 8·3 |
| 104 | I & II | 66·5 | 1 Z. 25·0 — 6 Z. 16·2 | 53′·1 | 235·0 | 8·4 |
| 105 | I & II | 52·0 | 1 Z. 21·2 — 9 Z. 11·7 | 52′·1 | 210·4 | 8·9 |
| 106 | I & II | 52·0 | 1 Z. 21·2 — 6 Z. 14·0 | 52′·1 | 206·2 | 8·7 |

Die doppelten Reihen sind aus gleichzeitigen Beobachtungen entstanden, die nur der Berechnung wegen getrennt wurden, weil die Zahlen zu klein waren; man hat demnach die Mittelwerthe zu nehmen. Die Werthe von $aE$ in (93) bis (96) sind um mehr als $\frac{1}{8}$ kleiner als die ihnen entsprechenden in (1) bis (6). Den Widerstand von $P$ findet man bei $I = 52·0$ in I = 0·10, in II = 0·60, in I & II = 0·68 und bei $I = 66·5$ in I = 0·05, in II = 0·63, in I & II = 0·63.

Hauptdrath = 55′·2; Nebendrath mit den Zweigen I = 48′ und II = 24′.

| Nro. | $I$ | Distanzen | Nbdr. | $aE$ | $b$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 107 | 66·5 | 1 Z. 28·2 — 12 Z. [1]) 14·0 | 58′·6 | 305·1 | 9·8 |
| 108 | 52·0 | 1 Z. 25·2 — 12 Z. 13·2 | 57′·6 | 305·5 | 11·1 |

Hauptdrath = 55′·2; Nebendrath mit den Zweigen I = 30′ u. II = 60.

| Nro. | $I$ | Distanzen | Nbdr. | $aE$ | $b$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 109 | 66·5 | 1 Z. 39·2 — 18 Z. [2]) 19·7 | 58′·1 | 675·1 | 16·2 |
| 110 | 52·0 | 1 Z. 33·7 — 18 Z. 18·2 | 57′·1 | 675·0 | 19·0 |

In beiden Reihen hat der Nebendrath die nach dem Bisherigen für das Maximum zu erwartende Länge, auch stimmen die Werthe von $aE$ wieder mit denen nahe überein, wo die gleichen Zweige im Hauptdrathe enthalten waren; sie sind nur etwas kleiner, wie es auch die etwas ungleiche Länge des Hauptdrathes in beiden Fällen erfordert.

Zur Übersicht und Beurtheilung der Resultate wollen wir zuerst die Widerstände des Platindrathes zusammenstellen. Im Stamm des Hauptdrathes und des Nebendrathes hat $P$ denselben Widerstand, als wenn die Batterieen durch einfache Bogen geschlossen sind. Als Beleg

[1]) 56′·6 — 13·50; 57′·6 — 13·75; 58′·6 — 14·00; 59′·6 — 13·75.
[2]) 60′·1 — 18·50; 59′·1 — 19·25; 58′·1 — 19·75; 57′·1 — 19·50.

Digitized by Google

hierzu entnehmen wir den Widerstand von $P$ im Stamme des Hauptdrathes $= 1{\cdot}10$ aus $(84) = 1{\cdot}16$ aus $(83)$, wo die Zweige im Hauptdrathe waren, $= 1{\cdot}16$ aus $(32) = 1{\cdot}13$ aus $(33)$, wo die Zweige im Nebendrathe waren, und vergleichen damit (230) und (231) der ersten Abh. Den Widerstand von $P$ im Stamme des Nebendrathes gibt $(37) = 1{\cdot}41$ und $(38) = 1{\cdot}73$, womit (137), (136), und (155) der ersten Abh. nur annähernd zusammenfallen, da in beiden Fällen nicht dieselben Batterieen waren. — In den Zweigen zeigt $P$ einen nur von dem gegenseitigen Verhältnisse, nicht von der absoluten Länge derselben abhängigen Widerstand, der im Nebendrathe ebenfalls etwas bedeutender als im Hauptdrathe ist; ich werde jedoch die Widerstände im Nebendrathe übergehen, da ich ihre Abhängigkeit von der Ladung $I$ noch nicht feststellen kann. Für die Widerstände in den Zweigen des Hauptdrathes erhalten wir folgende Zusammenstellung:

1) Zw. I : Zw. II = 1 : 2.

| Wdst. von $P$ in I = | | in II = | | in I & II = | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0·38 | (78) | 0·19 | (80) | 0·58 | (82) |
| 0·39 | (77) | 0·17 | (79) | 0·53 | (81) |
| 0·34 | (88) | 0·17 | (90) | 0·51 | (92) |
| 0·41 | (87) | 0·15 | (89) | 0·52 | (91) |
| Mittel 0·38 | | Mittel 0·17 | | Mittel 0·54 | |

2) Zw. I : Zw. II = 1 : 1.

| Wdst. von $P$ in I = | | in II = | | in I & II = | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0·18 | (50) | 0·33 | (52) | 0·55 | (53) |
| 0·21 | (49) | 0·38 | (51) | 0·56 | (54) |
| 0·17 | (60) | 0·35 | (62) | 0·55 | (63) |
| 0·20 | (59) | 0·37 | (61) | 0·56 | (64) |
| Mittel 0·19 | | Mittel 0·36 | | Mittel 0·55 | |

3) Zw. I : Zw. II = 2 : 1.

| Wdst. von $P$ in I = | | | in II = | | | in I & II = | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0·10 | (98) | | 0·60 | (101) | (102) | 0·68 | (105) | (106) |
| 0·05 | (97) | | 0·63 | (99) | (100) | 0·63 | (103) | (104) |
| Mittel 0·07 | | | Mittel 0·61 | | | Mittel 0·65 | | |

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass man den Widerstand von zwei Platindräthen, von denen je einer in einem Zweige eingeschaltet ist, findet, wenn man die Widerstände addirt, die jeder einzeln in einem Zweige allein darbietet. Zweitens lässt sich entnehmen, dass wenn Platindräthe an Zahl im umgekehrten Verhältnisse zu den durch die Zweige fliessenden Stromtheilen in beide Zweige eingefügt werden, ihr Gesammtwiderstand dem Widerstande eines einzelnen Drathes im Stamme gleich ist. Beim Verhältniss von Zw. I : Zw. II $= 1 : 2$ ist $1^1/_3$ $P$ in I $+ 3$ $P$ in II $= {}^1/_3 \times 0{\cdot}38 + 3 \times 0{\cdot}17 =$



Digitized by Google

1·08; bei Zw. I : Zw. II = 1 : 1 ist 2 $P$ in I + 2 $P$ in II = 2 × 0·19 + 2 × 0·36 = 1·10, bei Zw. I : Zw. II = 2 : 1 ist 3 $P$ in I + 1½ $P$ in II = 3 × 0·07 + ½ × 0·61 = 1·12; also alle drei Zahlen in Übereinstimmung mit den oben gefundenen Werthen. Was drittens den Widerstand betrifft, den $P$ in dem einen oder dem andern Zweige darbietet, so übt es unstreitig in Zw. I, worin der gespannte Drath enthalten ist, einen relativ kleineren Widerstand aus als in Zw. II, der zur Verbindung dient, und gehen wir von dem Falle aus, wo beide Zweige einander an Länge gleich sind, so stellt sich das im Übrigen von den Stromtheilen abhängige Widerstandsverhältniss in Zw. I zu Zw. II wie 1:2. Bezeichnen wir also mit $l'$ und $l''$ die äquivalenten Längen der Zweige I und II, mit $a'$ und $a''$ die durch sie hindurchgehenden Stromtheile, wo $a' + a'' = 1$ und $a' : a'' = l'' : l'$ ist, ferner mit $W$ den Widerstand von $P$ im Stamme des Hauptdrathes, mit $w'$ und $w''$ den Widerstand desselben Drathes in den Zweigen, so erhalten wir nach den angegebenen Grundlagen $\frac{w'}{a'} + \frac{w''}{a''} = W$ und $\frac{w'}{a'} : \frac{w''}{a''} = a' : 2a''$, folgl. $w'' = \frac{a'^2}{a' + 2a''} W$, $w'' = \frac{2a''^2}{a' + 2a''} W$ oder $w' = \frac{l''^2}{(l' + l'')(2l' + l'')} W$, $w'' = \frac{2l'^2}{(l' + l'')(2l' + l'')} W$. Wird $W = 1{\cdot}10$ gesetzt, so berechnet sich nach diesen Formeln für $l' : l' = 1 : 2$ $w' = 0{\cdot}37$, $w'' = 0{\cdot}18$, für $l' : l'' = 1 : 1$ $w' = 0{\cdot}18$ $w'' = 0{\cdot}37$, für $l' : l'' = 2 : 1$ $w' = 0{\cdot}07$ $w'' = 0{\cdot}59$. Sämmtliche Zahlen stimmen mit den beobachteten überein, und die Frage nach den Widerständen der Dräthe in einem verzweigten Schliessungsbogen ist somit erledigt.

Gehen wir auf die Werthe von $aE$ über, so erhalten wir mit Übergehung von (28) bis (30) folgende Tabelle:

| | Zweige im Hauptdr. $aE$ | | Zweige im Nebendr. $aE$ | |
|---|---|---|---|---|
| | bei $J = 52{\cdot}0$ | bei $J = 66{\cdot}5$ | bei $J = 52{\cdot}0$ | bei $J = 66{\cdot}5$ |
| 1) Zw. I : Zw. II = 1 : 2 | 690·2 (26)<br>701·4 (76)<br>686·0 (86) | 700·0 (25)<br>697·0 (75)<br>684·6 (85) | 675·0 (110) | 675·1 (109) |
| Mittel | 692·5 | 693·9 | 675·0 | 675·1 |
| 2) Zw. I : Zw. II = 1 : 1 | 506·2 (45)<br>490·5 (48)<br>475·0 (57)<br>481·2 (58) | 500·2 (46)<br>500·2 (47)<br>471·2 (55)<br>478·8 (56) | 477·4 (65)<br>469·7 (73) | 493·3 (66)<br>472·5 (74) |
| Mittel | 488·2 | 487·9 | 473·5 | 482·9 |
| 3) Zw. I : Zw. II = 2 : 1 | 306·8 (95)<br>309·4 (96) | 318·8 (93)<br>312·5 (94) | 305·5 (108) | 305·1 (107) |
| Mittel | 308·1 | 315·6 | 305·5 | 305·1 |

Digitized by Google

Zweige im Hauptdrathe und im Nebendrathe.

Zw. I : Zw. II = 2 : 1 bei $I = 52{\cdot}0$; $aE = 379{\cdot}9$ (40) $382{\cdot}3$ (41) Mittel $381{\cdot}0$
bei $I = 66{\cdot}5$; $aE = 399{\cdot}5$ (39) $395{\cdot}6$ (42) „ $397{\cdot}5$.

Um diese beobachteten Werthe von $aE$ aus den Stammwerthen in (1) bis (6) herzuleiten, wollen wir von dem speciellen Fall ausgehen, dass im Nebendrathe zwei gleich lange Zweige enthalten seien. Dem gespannten Drathe von 16′ gegenüber bilden diese beiden Zweige zusammengenommen in Hinsicht auf Kette und freie Spannung der Elektricität nur eine Länge von 8′ (denn die Differenz als dickerer Drath erledigt sich bereits nach dem im ersten Theile enthaltenen Resultate); es bieten sich demnach zwei Auffassungsweisen dar: entweder wir denken uns, die Kette von 16′ greift wie bei Batterieen von ungleicher Grösse so auf die 8′ ein, dass sie zugleich noch andere 8′ erregt, oder wir lassen wie bei den ungleichartigen Dräthen die Kette in den 8′ in der halben Zeit entstehen, in welcher sich die Kette in den 16′ umformt, so dass, während das letztere geschieht, sich die Kette im Nebendrathe durch weitere Mittheilung auch bereits durch 16′ gebildet hat. Da die erstere Ansicht eine andere Kette und eine andere freie Spannung der Elektricität im Nebendrathe als im Hauptdrathe bedingen würde, wogegen die Beobachtungen ganz entschieden sprechen, so bleibt nur die andere Ansicht übrig, wonach die Kette sich durch beide Zweige zusammengenommen in Folge der Mittheilung mit derselben Schnelligkeit ausbildet und weiter durch den ganzen Nebendrath in derselben Zeit entsteht, in welcher sie sich im Hauptdrathe umformt; beide Ketten sind dann, wie es die Beobachtungen verlangen, gleichartig und in Bezug auf die Ladung der Nebenbatterie ähnlich wie bei einfachen Schliessungsdräthen. Allein wenn auf diese Weise die Ketten in den Stämmen gleichartig werden, so geht doch durch jeden Zweig nur die Hälfte des Stromes hindurch, der im Stamme als der Vereinigung beider hervortritt; wie sich also auch die auf Zw. I übergehenden Kraftlinien daran anschliessen mögen, jedenfalls muss ihre Wirkung von hier aus auf den Stamm übertragen auf die Hälfte herabsinken, folglich $a$ und, weil $E$ unverändert wie bei einfachen Schliessungsdräthen bleibt, auch $aE$ auf die Hälfte herabgehen. Dieselben Bedingungen finden Statt, wenn die beiden gleich langen Zweige im Hauptdrathe enthalten sind; auch hier bildet sich die ganze Kette im Nebendrathe auf den gespannten 16′ und weiter durch den ganzen Drath in derselben Zeit, wie die Kette



Digitized by Google

im Hauptdrathe von den gespannten 8′ sich über 16′ und von da weiter über den ganzen Bogen umformt; die Kraftlinien üben wieder nur die halbe Wirkung aus, womit $aE$ auf die Hälfte herabgeht. Enthalten beide Schliessungsbogen Zweige, so findet die Bildung der Ketten immer noch in der gleichen Zeit Statt, wie auf einfachen Dräthen, aber die Wirkung der Kraftlinie wird um $1/2 \times 1/2$ oder um $1/4$ vermindert, wodurch $aE$ nur den vierten Theil seines Werthes bei gleich langen einfachen Dräthen erreicht. — Nehmen wir ferner auf den Anschluss der Kraftlinien in dem zuerst besprochenen Falle Rücksicht, so würde er an Zw. I, durch den die halbe Kette hindurchgeht, nur der halbe sein, wenn nicht, wie bei den sich entsprechenden ungleichen Drathlängen in ungleichen Batterieen, der Zw. II durch Seitenwirkung mitgenommen werden müsste; da nun diese Seitenwirkung nach dem Frühern den halben Anschluss gibt, so kommt der ganze Anschluss auf $1/2 + 1/4$ zu stehen, und dies bringt abermals den Werth von $aE$ auf $3/4$ seines Werthes bei einfachen Schliessungsdräthen zurück. Dieses Verhältniss bleibt dasselbe, mögen die Zweige im Neben- oder Hauptdrathe oder in beiden zugleich sein, nur geht im letzteren Falle der Anschluss auf $3/4 \times 3/4$ oder $9/16$ herab. Wenngleich die vorgetragenen Ansichten noch einer weiteren Entwickelung bedürfen, bevor sie das Verhältniss ganz klar machen, so halte ich sie doch schon für geeignet, uns den Weg zur Ableitung der bei Anwendung von Zweigen beobachteten Werthe von $aE$ und $b$ (letzteres nach der in der ersten Abh. mitgetheilten Formel) zu zeigen. Dehnen wir nämlich die angeführte Betrachtungsweise auch auf ungleich lange Zweige aus, ohne dass es von meiner Seite einer weiteren Auseinandersetzung bedürfen wird, so berechnen wir aus den Stammwerthen (1) bis (6) $aE$ bei Zw. I : Zw. II = 1 : 2 durch Multiplication mit $2/3$ ($2/3 + 1/6$) oder $5/9$, bei Zw. I : Zw. II = 1 : 1 durch Multiplication mit $1/2$ ($1/2 + 1/4$) oder $3/4$, bei Zw. I : Zw. II = 2 : 1 durch Multiplication mit $1/3$ ($1/3 + 1/6$) oder $2/9$, endlich, wenn in beiden Schliessungsbogen Zweige im Verhältniss von 1 : 2 enthalten sind, durch Multiplication mit $(5/9)^2$ oder $25/81$. Bei dieser Berechnung ist jedoch noch zu berücksichtigen, dass wenn die Zweige im Hauptdrathe sind, die Stammwerthe von $aE$ einer geringen Correction bedürfen, weil der Hauptdrath durch die Zweige von der ursprünglichen Länge von 55′·2 um etwas verkürzt wird. Diese Verkürzung betrage bei den Zweigen 1 : 2 oder 2 : 1 durchschnittlich 2′·5 und

Digitized by Google

bei den Zweigen 1:2 3'·5, so ändern sich die mittleren Stammwerthe 1231·9 bei $I = 52·0$ und 1237·4 bei $I = 66·5$ für den ersten Fall, wozu auch die Beobachtungen mit den Zweigen in beiden Schliessungsbogen gehören, in 1287·2 und 1293·0 und für den zweiten Fall in 1309·5 und 1315·3 um. Die Rechnung gibt jetzt:

Zweige im Hauptdrathe.

| | $I = 52·0$ | | $I = 66·5$ | |
|---|---|---|---|---|
| | $aE$ beob. | $aE$ ber. | $aE$ beob. | $aE$ ber. |
| Zw. I: Zw. II = 1 : 2 | 692·5 | 715·1 | 693·9 | 718·3 |
| = 1 : 1 | 488·2 | 491·0 | 487·9 | 493·2 |
| = 2 : 1 | 308·1 | 286·0 | 315·6 | 287·3 |

Zweige im Nebendrathe.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Zw. I: Zw. II = 1 : 2 | 675·0 | 684·4 | 675·1 | 687·4 |
| = 1 : 1 | 473·5 | 462·0 | 482·9 | 464·0 |
| = 2 : 1 | 305·5 | 273·8 | 305·1 | 275·0 |

Zweige im Haupt- u. Nebendrathe.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Zw. I: Zw. II = 1 : 2 | 381·0 | 397·3 | 397·5 | 399·1 |

Bei dem nicht geringen Einflusse, den kleine Fehler auf die Werthe von $aE$ ausüben, halte ich die Übereinstimmung zwischen den beobachteten und berechneten Zahlen für vollkommen genügend.

---

Nach den bis jetzt angestellten Versuchen über den Strom der Nebenbatterie glaube ich mir denselben (s. Beiträge) in der Weise erklären zu müssen, dass der Hauptstrom in dem Nebendrathe eine Kette formirt, dass diese sofort in der Nebenbatterie geschlossen wird, und dass hiermit die Nebenbatterie gleichzeitig mit der Hauptbatterie und mit ihr in Harmonie zu wirken beginnt. Die so eben mitgetheilten Untersuchungen über die Ladung der Nebenbatterie bei einem verzweigten Schliessungsbogen schienen mir nun dazu aufzufordern, einige weitere Versuche zur Prüfung der Theorie und zwar durch Beobachtung der Strömungen mittelst des Luftthermometers anzustellen. Allein diese Versuche führten sogleich wieder auf neue Fragen und leiteten mich dadurch von dem ursprünglich gesetzten Ziele so weit ab, dass ich vor dem Eintritte der kalten Witterung, welche die Beobachtungen unterbrach, weder mit der ganzen Aufgabe zu Ende kommen noch eine Revision der erhaltenen Zahlen anstellen konnte. Wenn ich nichts desto weniger diese Beobachtungen

Digitized by Google

mittheile, die ich erst als Probeversuche betrachte, so geschieht es nur um mittelst derselben diejenigen Punkte genauer zu bestimmen, die noch vollständiger erörtert werden müssen. — Als Hauptbatterie dienten die beiden Flaschen $F_2+F_3$, die durch Kupferdrath ($K$) von 0·513 Lin. Durchm. geschlossen waren; die Gesammtlänge des Bogens betrug den Auslader und die Batteriedräthe eingerechnet 33·5 Fuss; davon waren 24′ an einem senkrecht stehenden quadratischen Rahmen als Inductordrath ausgespannt. Diesem gespannten Drathe stand in etwas über 1 Zoll Distanz ein ebenfalls 24′ langer Kupferdrath $K$ an einem zweiten Rahmen gegenüber; von seinem einen Ende führten $^3/_4$′ $K$, ein Platindrath $P$ (= 2′ $K$), 2′ $K$, dann ein geschlossener, d. h. mit dicht aneinandergeschraubten Kugeln metallisch verbundener Auslader (= 0′·7 $K$) und 1′·5 zur Innenseite der Nebenbatterie $F_1+F_4$, von dem anderen Ende 2′ $K$ zur Aussenseite derselben Batterie; die Länge des ganzen Nebendrathes betrug 33′·0 und war also von der Art, dass die inducirte Ladung im oder nahe im Maximum war. Unmittelbar hinter dem geschlossenen Auslader der Nebenbatterie, der noch im Stamme blieb, ging ein Zw. II aus $4^3/_8$′ $K$, aus $P$ und dem Funkenmesser bestehend zur Aussenseite der Nebenbatterie und trennte somit den den gespannten Drath enthaltenden Zw. I von 30′·8 Länge ab. Zw. II war, den Funkenmesser zu 0′·6 gerechnet, 7′·0 lang und wurde in zwei andern Reihen durch Einschaltung von Kupferdrath $K$ auf 15′·0 und 31′·0 verlängert. Der Funkenmesser in Zw. II blieb bei einer Ladung der Hauptbatterie $I=52·0$ entweder bis auf eine Schlagweite =30·75 geöffnet, welche Schlagweite die grösste war, in der noch ein Funke mit völliger Sicherheit übersprang, oder er wurde durch einen 1′ langen, dicken Kupferbügel eliminirt, wodurch Zw. II vollkommen metallisch verbunden war, und der Schliessungsdrath der Nebenbatterie bedeutend von der Länge für das Maximum der inducirten Ladung abwich. Meine Gedanken bei dieser Anordnung des Apparates waren folgende: Ist der Funkenmesser in Zw. II geöffnet, so hat die Nebenbatterie durch Zw. I und den Stamm eine Länge, welche die Ladung im Maximum zulässt; der Hauptstrom formirt also die Kette, sie schliesst sich in der Nebenbatterie, und diese ist so weit geladen, dass sie die Distanz zwischen den Kugeln des Funkenmessers durchbricht; die Entladung geschieht jetzt über zwei Zweige und wird nach den Gesetzen, welchen der Strom auf einem verzweigten Schliessungsbogen unterworfen ist, erfolgen. Ich hatte desshalb

Digitized by Google

den Ausladen in den Stamm des Nebendrathes eingesetzt, damit ich, bei der etwas ungünstigen Lage der Zweige nicht ganz sicher ob hierdurch die Stromtheilung nicht etwas gestört würde, nach Öffnung des Ausladers und nach einer Ladung der Nebenbatterie unmittelbar vom Conductor aus die Vertheilung des Stromes auf die beiden Zweige durch directe Versuche verfolgen könnte. Wurde der Funkenmesser in Zw. II durch den Bügel eliminirt, so durfte nur eine sehr schwache inducirte Ladung zu Stande kommen. Da es mir hier allein auf das Verhältniss der Stromstärken in beiden Zweigen ankam, so konnte die Beobachtung der Wärmeentwickelung im Hauptdrathe übergangen und durch die vollkommene Leitung auf Kupferdrath die Induction verstärkt werden. Bezeichnet man die Wärmeangaben des Luftthermometers in Zw. I mit $\vartheta'$ und in Zw. II mit $\vartheta''$ so geben die Versuche:

| Nr. I. | 1) Zw. I = 7'·0 | | 2) Zw. I = 15'·0 | | 3) Zw. I = 31'·0 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\vartheta'$ | $\vartheta''$ | $\vartheta'$ | $\vartheta''$ | $\vartheta'$ | $\vartheta''$ |
| Funkenmesser geöffnet | 6·4 | 12·9 | 8·1 | 9·0 | 10·0 | 4·5 |
| mit dem Bügel | 2·0 | 4·4 | 1·1 | 4·2 | 1·5 | 4·2 |
| Stromtheilung | 1·3 | 23·0 | 3·6 | 13·9 | 8·0 | 7·2 |

Diese Resultate kamen mir zum Theil unerwartet; auffallend war mir bei geöffnetem Funkenmesser die beobachtete Vertheilung über die Zweige ebenso sehr, als die Stärke dieser Ströme; denn wurde Zw. II entfernt, so war die Erwärmung nur 14·4, also viel zu gering, als dass sie die bedeutenden Zweigströme hervorbringen konnte, selbst wenn man an eine Beschleunigung der Entladung durch den bei den Zweigen etwas verringerten Widerstand denken wollte. — Als ich zunächst die Nebenbatterie nach Öffnung ihres Ausladers vom Conductor aus lud und die gewöhnliche Stromtheilung beobachtete, so zeigte mir diese, dass die Lage der Zweige keine besonders erhebliche Störung verursachte; denn bei Zw. I : Zw. II = 30·8 : 7·0 muss $\vartheta' : \vartheta'' = 1 : 19{\cdot}3$, bei Zw. I : Zw. II = 30·8 : 15·0 muss $\vartheta' : \vartheta'' = 1 : 4{\cdot}2$ und bei Zw. I : Zw. II = 30·8 : 31·0 muss $\vartheta' : \vartheta'' = 1 : 0{\cdot}99$ sein, womit die beobachteten Verhältnisse 1·3 : 23·0 (bei geöffnetem Funkenmesser 1·5 : 21·1) — 3·6 : 13·9 — 8·0 : 7·2 hinreichend übereinstimmen. — Ich untersuchte hierauf, ob der Strom der Nebenbatterie wirklich so stark wäre, dass die Annahme einer durch den verminderten Widerstand beschleunigten Entladung

Digitized by Google

nicht stattfände; ich schaltete demnach in den Hauptdrath $P$ für $2'$ $K$ ein und umgekehrt in Zw. I $2'$ $K$ statt $P$; auf diese Weise fand die Entladung, die über den in äquivalenter Länge $7'$ langen Zw. II vornehmlich geht, einen vermehrten Widerstand. Das Thermometer gab

Nr. II in Zw. II 12·7, im Hauptdrathe 8·1; wurde Zw. II mit dem Bügel geschlossen, so war in Zw. II 2·2, im Hauptdrathe 16·6; endlich im Hauptdrathe 17·7, wenn die Nebenbatterie ungeschlossen, also so gut als entfernt war. Da der Strom der Nebenbatterie bei einfachen Schliessungsdräthen, wenn beide Batterieen einander an Kraft gleich sind, stets kleiner als der Strom der Hauptbatterie bleibt, so lehrten diese Beobachtungen deutlich, dass hier die veränderte Entladungweise der ursprünglich im einfachen Drathe bis zum Maximum geladenen Nebenbatterie die Erscheinungen erzeugt, dagegen keinesweges der etwa verringerte Widerstand der Leitung. Eben so deutlich zeigte aber auch die so stark verminderte Stromkraft der Hauptbatterie, indem hier wie sonst überall die gesammte entwickelte Wärme im Haupt- und Nebendrathe constant blieb, dass die obschon hauptsächlich über Zw. II erfolgende Entladung der Nebenbatterie doch in festem Zusammenhange mit dem Hauptstrome stand, folglich von Zw. II eine Wirkung auf Zw. I, welcher den gespannten Drath enthält und den Zusammenhang zwischen beiden Schliessungsdräthen ermittelt, stattfinden musste. — Um noch den ganzen Strom der Nebenbatterie im Stamme ihres Schliessungsbogens zu beobachten, wurde der Auslader im Stamme durch $P$ ersetzt und dagegen wieder $P$ durch $2'K$ im Hauptdrathe entfernt. Die Schlagweite des Funkenmessers in Zw. II (wie vorher $7'·0$ lang) musste auf 28·75 vermindert werden. Das Thermometer gab

Nr. III in Zw. II bei geöffnetem Funkenmesser 7·5, bei Verbindung durch den Bügel 4·1 (der Nebenstrom über Zw. II betrug 3·0); im Stamme zeigte das Thermometer bei geöffnetem Funkenmesser 13·6, beim Bügel 0·5, und als Zw. II entfernt war 14·5. Damit nicht die letztere Zahl im Vergleich zu 13·6 auf Missverständnisse führte, wurde $P$ in Zw. II durch $2'$ $K$ und umgekehrt $2'$ $K$ im Hauptdrathe durch $P$ ersetzt. Die Angaben waren jetzt, als der Funkenmesser eine Schlagweite von 26·75 bot,

| Nr. IV. | im Stamme des Nebendr. | im Hauptdr. |
|---|---|---|
| bei geöffnetem Funkenmesser | 14·8 | 8·4 |
| mit dem Bügel . . . . . | 0·3 | 17·4 |
| nach Entfernung von Zw. II | 10·3 | 11·8, |

Digitized by Google

also war der Strom der Nebenbatterie im Verhältniss zum Strom der Hauptbatterie viel stärker bei geöffnetem Funkenmesser als beim einfachen Schliessungsbogen. — Noch viel deutlicher zeigte dies die aus einer Flasche $F_1$ gebildete Nebenbatterie; hier wurden noch 24′ *K* in Zw. I eingeschaltet, um die Ladung der Nebenbatterie aufs Maximum zu bringen, und Zw. II wurde auf 3′·9 *K* reducirt; der miteingeschlossene Funkenmesser hatte eine Schlagweite von 38·75. Die Erwärmungen waren

| Nr. V | im Stamme des Nebendr. | im Hauptdr. |
|---|---|---|
| bei geöffnetem Funkenmesser | 11·2 | 9·5 |
| mit dem Bügel . . . . . | 0·0 | 17·6 |
| nach Entfernung von Zw. II. | 5·8 | 13·4. |

Gehen wir auf die Erklärung dieser Beobachtungen ein, so dürfte es nach den obigen Erfahrungen bei einem verzweigten Schliessungsbogen der Nebenbatterie kaum nöthig sein, die Ansicht noch besonders zu berücksichtigen, als würde die Nebenbatterie durch den Nebenstrom geladen und entlüde sich hinterher auf gewöhnliche Weise; denn abgesehen davon, dass dadurch die ganze Wirksamkeit der Nebenbatterie in zwei von einander getrennte Stadien zerfiele, wovon sich in den Versuchen keine Andeutung findet, so würden auch dadurch die Theile des Schliessungsdrathes eine ganz andere Stelle als Zweige und Stamm erhalten, als welche ihnen die Beobachtungen anweisen. Überdies liegt in dieser Ansicht so viel Willkürliches und den sonstigen Annahmen Widersprechendes, dass es kaum zu begreifen ist, worauf man sie zu stützen gedenkt. Doch ich will zum Überfluss noch einige Versuche gegen diese Ansicht mittheilen. Als die Hauptbatterie $F_2 + F_3$ bei einer Ladung $I = 52{\cdot}0$ durch 33′·5 *K* geschlossen war und der einfache Schliessungsdrath der Nebenbatterie mit Einschluss eines Platindrathes *P* und des Funkenmessers 33′·5 betrug, wurde der Funkenmesser so weit geöffnet, dass noch ein Funke von der im gespannten Drathe inducirten Spannung überspringen und die Ladung der Nebenbatterie vermitteln konnte; die Schlagweite stieg auf 16·75 und als noch 12′ *K* in den Nebendrath eingefügt wurden, bis auf 17·75, vergrössert wie in dem §. 9 der Beiträge angeführten Falle durch den längeren Drath. Diese Schlagweite entspricht auch ganz den Spannungsverhältnissen auf einem geöffneten Nebendrathe; sie ist nach §. 27 der Beiträge etwa $\frac{17}{21+\varpi}$ von der Schlagweite zwischen den Enden des induci-

Digitized by Google

renden Drathes, wenn $x$ die Distanz der gespannten Dräthe in Linien bezeichnet; bei $I=52{\cdot}0$ ist die Spannungsdifferenz zwischen 24′ des Hauptdrathes $= 37{\cdot}2$, und da $x$ hier etwa 13 ist, so wird die Spannungsdifferenz auf dem inducirten Drathe $= {}^1/_2 \times 37{\cdot}2 = 18{\cdot}6$, also nahe genug der beobachteten gleich. Nun steht es aber nach allen bisherigen Erfahrungen fest, dass die Intensität der Ladung einer Batterie nicht höher steigen kann als die Intensität der Elektricität, womit man sie ladet; die Nebenbatterie könnte also keine höhere Spannung als 18·6 erlangen, wogegen die unter Nr. I mitgetheilten Beobachtungen, wo über Zw. II ein Funke von 30·75 Intensität schlug, so entschieden als möglich sprechen. Sowie freilich der Funke über den Funkenmesser geht und den Nebendrath schliesst, formirt sich die Kette, und damit der Strom der Nebenbatterie, der dann, wie schon die für ihn geltenden ganz eigenthümlichen Inductionsgesetze zeigen, mit dem Nebenstrome gar nichts gemein hat. Eine andere Beobachtung ist folgende: Als die Hauptbatterie und ihr Schliessungsbogen wie vorher waren, und die Nebenbatterie mit einem Zw. I $= 30'{\cdot}8$ (darunter $P$), einem Zw. II $= 9'{\cdot}0$ $K$ und mit einem Stamme $= 2'{\cdot}5$ $K + P + 20'$ $K$ geschlossen wurde, also mit einem Schliessungsbogen, dessen Länge das Maximum der Ladung bedingte, zeigte das Thermometer im Stamme des Nebendrathes 6·5, und in Zw. I 2·7 an; blieb Zw. II fort, so war im einfachen Schliessungsbogen, dessen Länge jetzt bei weitem über die dem Maximum entsprechende hinausfiel, die Erwärmung = 5·2. Wurden darauf die 20′ $K$ aus dem Stamme entfernt, so gab das Thermometer im Stamme 1·0, in Zw. I 2·0 und nach Entfernung von Zw. II 10·0; denn jetzt war die Länge des Nebendrathes bei beiden Zweigen weit vom Maximum entfernt, und umgekehrt dem Maximum nahe, wenn der Zw. II ausgelöst wurde. Wie sollten sich aber diese Beobachtungen mit der Annahme vereinigen lassen, dass der gewöhnliche Nebenstrom die Ladung der Nebenbatterie bewirkt? der Nebenstrom war hier, wenn Zw. II den Zw. I schloss, $= 2{\cdot}5$; aus welchem Grunde sollte wohl im ersten Falle, wo von Zw. II ab bis zur Nebenbatterie noch 20′ $K$ mehr enthalten waren als im zweiten Falle, die Strömung der Nebenbatterie stärker werden, über 6mal stärker als im anderen Falle?

Nach allen Thatsachen dürfen wir also die bisher auch nicht durch eine einzige Beobachtung unterstützte Meinung, dass der Nebenstrom den Strom der Nebenbatterie erzeuge, als beseitigt ansehen.

Digitized by Google

Die Ansicht, dass der Hauptstrom im Nebendrathe eine Kette formirt und diese in der Nebenbatterie geschlossen, die Ladung derselben bewirkt, kann so gefasst werden, dass dieses Formiren und Schliessen nur einmal und zwar von dem Momente an geschieht, wo die Hauptbatterie sich zu entladen beginnt, so dass von eben diesem Momente an auch die Nebenbatterie sich continuirlich und in Harmonie mit der Hauptbatterie entladet, oder es könnte die Kettenbildung und Schliessung immer von neuem nothwendig sein, um die Nebenbatterie in Thätigkeit zu erhalten, wodurch dann die Strömung im Nebendrathe eine andere würde als die in dem Hauptdrathe. Hierzu kommt ferner die Frage, ob mit der Kettenbildung Wärmeentwickelung verbunden ist oder nicht; im ersteren Falle hätten wir einen Theil der beobachteten Wärme für diesen Act abzuscheiden, im anderen bliebe die ganze Wärmeentwickelung das Resultat der sich entladenden Nebenbatterie. Der erste Punkt kann, wie ich glaube, aus den Beobachtungen mit Sicherheit entschieden werden. Als ich nämlich die Kugeln des Funkenmessers im Zw. II bei dem unter Nr. III angeführten Versuche nach und nach enger stellte, um zu sehen, ob hiermit auch die Erwärmung im Stamme und Zw. II nach den Gesetzen der verringerten Ladung kleiner werden würde, so war es merkwürdig, wie sehr die Angaben des Thermometers bei gleichem Stande des Funkenmessers von einander abwichen; es kamen zum Theil Zahlen zum Vorschein, die denen fast gleich waren, wo der Funkenmesser die grösstmögliche Schlagweite hatte, zum Theil solche, welche der verkleinerten Schlagweite entsprachen, zum Theil wieder Zahlen, die zwischen diesen Grenzen lagen. Nimmt man nun an, dass die zur Ladung der Nebenbatterie formirte Kette nur einmal und zwar vom ersten Momente an geschlossen wird, so ist es wohl denkbar, dass die Kette, welche über Zw. I geht, in der Nebenbatterie ihre Spannung erhält und von hier aus auf die zwischen den Kugeln des Funkenmessers enthaltene Luftschicht wirkt, bei dem geringsten Hinderniss, das hier auftritt, sich in einzelnen Fällen bis auf das durch die Batterieen und die Länge ihrer Schliessungsdräthe bedingte Maximum aufschnellt, in anderen Fällen dagegen, wo die Luftschicht rascher durchbrochen wird, nur die durch die kleinere Schlagweite bedingte Intensität erlangt, und in anderen wieder auf einer mittleren Stufe stehen bleibt; unerklärlich wäre es dagegen, wie die Kette, die stets von neuem sich bildet und schliesst, noch nach der durch den

Digitized by Google

ersten Impuls durchbrochenen Luftschicht, also nach geöffnetem Übergange eine höhere Spannung erlangen sollte, als wie sie der Funkenmesser gestattet; die Thermometer-Beobachtungen müssten unter dieser Voraussetzung bei kleineren Abständen der Kugeln gerade ebenso zuverlässig ausfallen, als bei der der grössten Ladung entsprechenden Schlagweite. Ja, wenn man den bisherigen Erfahrungen folgen will, nach denen die einmal durchbrochene Luftschicht eine leitende Verbindung zwischen den Kugeln des Funkenmessers herstellt, so müsste die Kette, wenn sie sich stets von neuem formirt, sich das erste Mal über Zw. I allein, die folgenden Male über beide Zweige bilden; dadurch würde die Nebenbatterie nur im ersten Momente eine Kraft gewinnen, wie sie dem Maximum der Ladung entspricht, in allen folgenden Momenten dagegen, die doch hauptsächlich ihre Wirksamkeit bedingen, die geringe Ladung erhalten, welche der durch die Zweige verkürzte Schliessungsbogen sowohl als die durch eben diese Zweige veränderte Inductionsweise zulassen; sie würde also bei dem durch den Funkenmesser unterbrochenen Zw. II keine anderen oder nur wenig abweichende Erscheinungen darbieten als bei geschlossenem Zweige. Auf diese Beobachtungen gestützt, glaube ich mich für eine nur einmalige Ladung der Nebenbatterie entscheiden zu müssen.

Die andere Frage, ob die Kettenbildung und der Kettenschluss mit Wärmeentwickelung verbunden ist oder nicht, ist schwieriger zu beantworten, da man wohl nicht ohne alles Bedenken auf die Thatsache zurückgehen darf, dass die in einem offenen Nebendrathe erregte Spannung keine Wärme erzeugt, indem hier zwar eine Kette gebildet aber durch keine Nebenbatterie gespannt wird. Ich kann es nicht leugnen, dass ich nach den Versuchen, welche ich für den Fall, wo der Nebendrath unmittelbar mit dem Hauptdrathe verbunden war, in den Sitzungsberichten der kais. Akademie mitgetheilt habe, ganz entschieden der Ansicht sein muss, dass durch die Kettenbildung keine Wärme entsteht, weil dort ganz bestimmte Gesetze unter dieser Voraussetzung hervortraten, indess halte ich es doch für nöthig, auch bei der mit einem besondern Schliessungsdrathe geschlossenen Nebenbatterie diese Frage durch entscheidende Beobachtungen zu erledigen. — Die Versuche unter I sagen nun ganz bestimmt aus, dass die Entladung der Nebenbatterie über zwei Zweige, von denen der eine durch den geöffneten Funkenmesser

Digitized by Google

unterbrochen ist, nicht nach den Gesetzen erfolgt, welche für die Entladung einer unabhängigen Batterie über einen verzweigten Schliessungsbogen gelten, denn auf Zw. I entwickelt sich eine zu grosse Wärme. Allein bevor man die Zahlen $\theta'$ und $\theta''$ mit einander vergleicht, muss in Erwägung gezogen werden, ob der Nebenstrom, welcher auf dem durch Zw. I und Zw. II gebildeten Ring entstehen kann, das ursprüngliche Verhältniss der Zahlen gegen einander abändert. Bei dieser Untersuchung steht nur so viel fest, dass die oben angegebenen Nebenströme nicht diejenigen sind, welche zur Wirksamkeit kommen, da der Hauptstrom, als sie beobachtet wurden, viel stärker war als da, wo sich die Nebenbatterie zugleich entladet; dagegen entsteht das Bedenken, ob die jedenfalls nur schwachen Nebenströme über die Lücke zwischen den Kugeln des Funkenmessers dringen, selbst wenn die Luftschicht durch eine andere Strömung durchbrochen ist, und, wenn dies stattfände, so wissen wir ausserdem noch nicht mit voller Sicherheit, ob die Hauptbatterie einen Nebenstrom nach den sonst giltigen Gesetzen hervorbringt, wenn sie zu gleicher Zeit einen kräftigen Strom der Nebenbatterie erzeugt; es bleibt also der Punkt über das Vorhandensein eines Nebenstromes und über seine Wirkung in den Zweigen als noch unerledigt zurück. — Nach Erörterung dieses Punktes wird zweitens zu untersuchen sein, ob die Stromtheilung bei der Nebenbatterie unter allen Umständen dieselbe ist, als bei der Entladung einer gewöhnlichen Batterie. Hierüber dürften Versuche mit vollkommen metallisch verbundenen Zweigen die sicherste Entscheidung liefern. Wäre hiernach die Stromtheilung in allen Fällen unverändert oder müsste man, auch wenn sie sich als veränderlich zeigte, doch für die Bedingung, dass Zw. II durch den Funkenmesser unterbrochen ist, die gewöhnliche Stromtheilung beibehalten, so entwickelte sich, ohne alle Widerrede, auf Zw. I mehr Wärme, als nach den Gesetzen der Stromtheilung zulässig wäre; indessen auch dann noch würde es sich fragen, ob dieser Überschuss an Wärme durch die Kettenbildung und Kettenspannung entstände, oder ob nicht, wie wir schon oben für die Kettenbildung eine gewisse Zeitdauer annehmen mussten, auch hier ein gleiches Verhältniss stattfände, ob also nicht die Kette, die zwar von dem Momente an, wo die Hauptbatterie sich zu entladen beginnt, sich ebenfalls bildet und spannt, doch noch in dieser Bildung und Spannung fortschreitet, während

Digitized by Google

schon die Nebenbatterie zu wirken anfängt; es würde sich also fragen, ob nicht der in Zw. I beobachtete Überschuss an Wärme aus der schon beginnenden Entladung über den einfachen Schliessungsbogen abgeleitet werden könnte, indem die Nebenbatterie erst etwas später die volle Spannung erhielte, bei der sie die Luftschicht zwischen den Kugeln des Funkenmessers durchbricht und sich sofort über beide Zweige entladet. Dies ist der dritte Punkt, der eine genauere Untersuchung erfordert. Soviel ich absehe, dürften Versuche mit vollkommen metallisch verbundenen Zweigen hierüber keine durchgreifende Entscheidung bringen, da sich in diesem Falle die Kette in beiden Zweigen zugleich und im Stamme formiren muss, und zwar, wenn anders die Bedeutung der einzelnen Theile des Nebendrathes als Zweige und Stamm nach den oben ausführlich mitgetheilten Beobachtungsreihen gewahrt werden soll, sich gerade in derselben Weise formiren muss, als wie hinterher die Entladung der Nebenbatterie über sie erfolgt; es würde also die durch die Kettenbildung etwa entwickelte Wärme gerade in demselben Verhältniss stehen, wie die durch die Entladung entwickelte und somit die Trennung beider von einander unmöglich sein. Die volle Entscheidung kann nur durch erweiterte Versuche mit einem durch einen geöffneten Funkenmesser unterbrochenen Zw. II erlangt werden, indem bei Anwendung verschiedener Nebenbatterieen, von schwächerem oder von stärkerem Glase, die Zeit, in welcher sich die Spannung bis zum Funken über die Kugeln des Funkenmessers steigert, wahrscheinlich verschieden ist, und somit in Zw. II bald ein grösseres bald ein geringeres Wärmequantum als überschüssig hervortreten dürfte. — Hieran hätten wir endlich als vierten Punkt, der einer vollständigeren Untersuchung bedarf, die Frage nach der so bedeutenden Wärmeentwickelung im Stamme der Nebenbatterie bei unterbrochenem Zw. II zu reihen. Diesen Punkt halte ich für einen der bedeutendsten und der schon nach den wenigen Beobachtungen, die ich mitgetheilt habe, die völlige Unzulänglichkeit der bisherigen Ansichten und Meinungen darthut, wenn anders dazu die sämmtlichen Beobachtungen mit verzweigtem Nebendrathe noch nicht genügten. Ich kann als bekannt voraussetzen, wie man die Hemmung des Hauptstromes durch den Nebenstrom bisher erklärt hat; der Nebenstrom soll, indem er länger währt als die einzelnen partiellen Entladungen der Hauptbatterie, dieselben zurückhalten, dadurch die Dauer ihrer Entladung vergrössern und somit die

Digitized by Google

Wärmeentwickelung vermindern. Hier in unserm Falle geht aber die Hauptströmung im Nebendrathe durch den Stamm und Zw. II, wenn dieser kurz ist, der geringere Theil durch Zw. I; da man nun die beiden ersten Dräthe von dem gespannten Theile des Hauptdrathes soweit zurücklegen kann, dass von ihnen aus durchaus keine nur irgendwie erhebliche directe Einwirkung auf den Hauptdrath denkbar ist, woher soll denn, wenn wir den bisherigen Ansichten folgen wollen, der Hauptstrom in dem Grade gehemmt werden, wie wir es beobachten? Hier muss man entweder die Thatsachen ignoriren oder man muss Hypothesen fallen lassen, die keine Erklärung darbieten. Nach der von mir aufgestellten Ansicht von einer durch den ganzen Nebendrath hindurchgehenden Kettenbildung und der daraus entspringenden Ladung der Nebenbatterie ist der Zusammenhang mit dem Hauptstrom gesichert, jedoch bei den wenigen bis jetzt vorliegenden Beobachtungen lässt sich die Steigerung der Wärme noch nicht auf feste Principien zurückführen; nur soviel glaube ich im voraus vermuthen zu dürfen, dass die durch Zw. I bis zum Maximum geladene Nebenbatterie, indem sie nach Eröffnung von Zw. II einen kürzeren Schliessungsdrath erhält, sich nach ähnlichen Gesetzen entladet, wie eine an Zahl der Flaschen grössere Nebenbatterie, welcher der gleich kurze Schliessungsbogen ebenfalls im Maximum der Ladung zukäme. Doch spätere Beobachtungen mögen hierüber entscheiden.

Digitized by Google

# *Über die Wurzel der* Ononis spinosa.

Von **Dr. Heinrich Hlasiwetz**,
Professor der Chemie zu Innsbruck.

Die Untersuchungen ganzer Pflanzen und Pflanzentheile werden in dem Maasse wünschenswerther, als durch die vorliegenden Arbeiten in dieser Richtung, so fragmentarisch sie sein mögen, es doch schon gelungen ist, gewisse allgemeine Gesichtspunkte aufzustellen, von denen man bei dem Entwurfe eines pflanzen-chemischen Systems wird ausgehen müssen. Das in den folgenden Zeilen Mitzutheilende über die Bestandtheile der Ononis spinosa mag hierzu ein kleiner Beitrag sein. Die Wurzel enthält ausser den allen Pflanzen gemeinsamen Hauptbestandtheilen zwei einer näheren Beschreibung werthe, krystallisirbare Stoffe, einen dem Glycyrrhizin sehr verwandten Körper und Citronensäure.

## Ononin.

Über diesen Körper hat zuerst Reinsch (Buchner's Repertorium B. XXVIII, S. 18) einige Mittheilungen gemacht. Er gibt zu seiner Bereitung eine Vorschrift, die jedoch nach meinen Erfahrungen ein mit einer anderen Substanz gemischtes Präparat gibt, wesshalb ich sie nicht weiter benützt habe. Er lässt die weingeistige Tinctur der Wurzel abdestilliren, bis sich Krystallnadeln ausscheiden. (Diese gehören einer wachsartigen Substanz an, die ich später beschreiben werde.) Ohne diese zu entfernen, dampft er dann bis zur Syrupsdicke ein, wäscht das Extract mit Wasser, und erhält dadurch eine zähe, unlösliche Masse und eine darüber stehende trübe, süsse Flüssigkeit. Die braune Masse digerirt er mit Äther, giesst die ätherische Tinctur ab und zieht endlich den Rückstand von dieser Behandlung mit 60 Procent Alkohol aus. Hierbei bleibt ein hellbraunes Pulver ungelöst, welches er sammelt und trocknet. Durch wiederholtes Digeriren mit kaltem Alkohol, um noch die Reste des braunen Extracts zu entfernen, dann Lösen in siedendem Alkohol und Behandeln mit Thierkohle erhielt er den Körper in farblosen Krystallnadeln als vierseitige Prismen.

Digitized by Google

Nach wiederholten Versuchen, ein gleichförmiges, unvermischtes und unzersetztes Präparat zu erhalten, bin ich bei folgender Bereitungsweise stehen geblieben: Die Wurzel wird mit Wasser etwa eine Stunde lang gekocht; das Decoct, nachdem es durch Absitzen etwas klarer geworden, mit Bleizuckerlösung gefällt und davon ein kleiner Überschuss zugefügt.

Man filtrirt den schmutzig lichtbraunen Niederschlag ab; er enthält ausser einer gerbsäure-ähnlichen Substanz und einem glycyrrhinartigen Körper, eine kleine Menge Citronensäure und stickstoffhältige Nebenbestandtheile. Er ist nicht mit Vortheil weiter verwendbar.

Aus der abgelaufenen Flüssigkeit wird nun der Überschuss des zugesetzten Bleizuckers mit Schwefelwasserstoff entfernt, das Schwefelblei gesammelt, ausgewaschen und in gelinder Wärme schnell getrocknet, dann zerrieben und mit starkem Alkohol 3—4 Mal ausgekocht.

Die vereinigten alkoholischen Flüssigkeiten werden abdestillirt und der Rest zum Krystallisiren hingestellt.

Sie sind mehr oder weniger braun und lassen zuerst etwas Schwefel in kleinen Nadeln herausfallen, den man entfernt. Beim Stehen erhält man dann bald krümlige, warzige, gelbgefärbte Massen, die das rohe Ononin darstellen.

Von der grössten Menge des, sie verunreinigenden braunen, harzigen Körpers können sie durch kalten Alkohol befreit werden, den man in einem Verdrängungstrichter durch sie hindurch sickern lässt.

Man krystallisirt dann 4—5 Mal um und entfärbt mit Thierkohle. Das Ononin hat eine Neigung, aus Alkohol in Warzen und Körnern zu krystallisiren. Diese sind oft mit freiem Auge nicht als Krystalle zu erkennen, erscheinen aber unter dem Mikroskope als Prismen. Es gelingt schwer, es auf diese Weise ganz deutlich krystallisirt und blendend weiss zu erhalten.

Das Ononin ist selbst in starkem Weingeist nur bei längerem Kochen, in Wasser sehr wenig löslich.

Es kann aber, wie manche andere schwerlösliche organische Substanzen, nach längerem Kochen mit Wasser auch von mässig starkem Weingeist aufgenommen werden. Wenn man es in einem Kolben mit Wasser übergiesst, und nach einige Minuten langem Kochen nach und nach starken Alkohol hinzufügt, so erhält man eine



Digitized by Google

nur schwach gefärbte Lösung, die beim Erkalten die grösste Menge des Körpers in Flocken, die aus kleinen, ganz farblosen Prismen bestehen, fallen lässt.

Krystallisirt man dann noch einmal um, so kann man denselben als völlig rein betrachten.

Aus dem, mit Bleizucker entstandenen Niederschlage kann, wenn man ihn in Schwefelblei verwandelt, und dieses ebenso behandelt wie das vorige, noch eine kleine Menge Ononin gewonnen werden; allein die Ausbeute steht selten im Verhältniss zu dem Aufwand an Zeit und Alkohol.

Überhaupt gibt diese Bereitungsweise vielleicht nicht die ganze in der Wurzel enthaltene Menge dieses krystallisirbaren Körpers, und ich habe aus alkoholischen Auszügen der Wurzel bei abgeändertem Verfahren mehr davon erhalten, allein in diesem Falle waren die Substanzen bei anscheinend äusserer Reinheit immer sehr wechselnd in ihrer Zusammensetzung, davon ich den Grund darin sehe, dass ihnen theils etwas von einem zweiten krystallisirbaren Körper beigemengt war, der durch blosses Umkrystallisiren nicht entfernt wird, und dass vielleicht anderntheils durch die längere Behandlung mit Alkohol, wobei meistens die Bildung von etwas Essigsäure statthat, ein kleiner Theil zersetzt wurde; denn, wie ich zeigen werde, ist dies durch Säuren leicht zu bewirken.

Darum schien mir die angeführte Bereitungsweise die schonendste für die Constitution des Körpers, und diejenige, bei welcher die Beimengung der zweiten Substanz, die sich in dem wässerigen Decoct wegen ihrer Unlöslichkeit nicht finden kann, ganz vermieden wird.

Übrigens habe ich, nachdem ich die Hauptreactionen und Zersetzungen des Ononins an meinem Präparat studirt hatte, dieselben mit einer Substanz wiederholt und weiter verfolgt, die ich aus einem chemischen Etablissement bezogen hatte, als ich mich leicht überzeugen konnte, dass für die Darstellung der wichtigsten Zersetzungsproducte des Ononins diese kleinen Verunreinigungen ohne Belang sind, und identisch mit denen, die mir das Präparat eigener Bereitung geliefert hatte.

Herr H. Trommsdorff in Erfurt, an den ich mich desshalb gewendet hatte, war so gütig, mir seine Darstellungsmethode mitzutheilen:

Digitized by Google

„Die trockene Wurzel wurde mit Weingeist ausgezogen, der Weingeist von der erhaltenen Tinctur abdestillirt und der Rückstand wiederholt mit warmem Wasser behandelt. Der nicht im Wasser gelöste Theil wurde in Weingeist gelöst, mit Bleiglätte gekocht und filtrirt. Das Filtrat bis auf $^1/_8$ abdestillirt und das nach dem Erkalten ausgeschiedene Ononin durch Abpressen und Umkrystallisiren gereinigt. Ferner wurden die durch Behandeln des alkoholischen Extracts mit Wasser erhaltenen Flüssigkeiten mit Bleizuckerlösung gefällt, der Niederschlag mit Schwefelwasserstoff behandelt, das Schwefelblei getrocknet, mit Weingeist mehrmals ausgekocht, die Tinctur abdestillirt, und der getrocknete, zurückbleibende Stoff durch Krystallisiren gereinigt; er schien dem ersten gleich zu sein."

Das reine Ononin besitzt folgende Eigenschaften:

Es ist ganz farblos, stickstofffrei, und besteht aus prismatischen Nadeln oder Blättchen. Diese lösen sich in kaltem Wasser nicht, in siedendem zum kleinsten Theil. Die siedende Lösung trübt sich beim Erkalten; es scheiden sich mikroskopische, büschelförmig vereinigte Nadeln ab. Äther löst es fast gar nicht, siedender Alkohol nach und nach vollständig. Es ist geruch- und geschmacklos. Mit conc. Schwefelsäure übergossen, löst es sich mit rothgelber Farbe, die nach einiger Zeit kirschroth wird.

Betropft man auf einem Uhrglase einige Krystalle mit Schwefelsäure und fügt ein wenig Braunstein hinzu, so erscheint sogleich eine prächtig carminrothe Färbung, die für den Körper etwas Charakteristisches hat. Sie ist übrigens nicht beständig. Das käufliche Präparat gibt bei dieser Behandlung nicht selten eine violette Farbe; diese rührt dann von einem Zersetzungsproduct her, von dem ich später sprechen werde.

Auf Platinblech erhitzt, schmilzt das Ononin und verbrennt weiterhin mit Flamme. Der Geruch des, sich in der Hitze zersetzenden Ononins ist der, stickstofffreier Substanzen überhaupt.

Die Kohle verbrennt leicht, ohne Rückstand.

Die Temperatur eines Ölbades, in welchem sich das Ononin in einem papierdünnen Porzellannäpfchen schwimmend befand, musste bis auf 235° C. gesteigert werden, um es zum Schmelzen zu bringen. Schon vor dem Schmelzen aber bräunt es sich, und verbreitet den Geruch sich zersetzender Substanzen.

Die geschmolzene bräunliche Masse erstarrte nach einiger Zeit krystallinisch. Sie hatte 2·65% an Gewicht verloren, ein Verlust,



Digitized by Google

der jedoch nicht blos als Wasser angenommen werden kann. Die geschmolzene Masse blieb geschmacklos und zeigte die Löslichkeits-Verhältnisse wie zuvor.

Die Reaction mit Braunstein und Schwefelsäure war noch dieselbe. Salpetersäure löst das Ononin beim Kochen mit dunkelgelber Farbe; dabei bildet sich Oxalsäure.

Kalte Salzsäure ist ohne sichtbare Wirkung; damit in einer Proberöhre bis zum Sieden erhitzt, löst es sich auf, sofort aber trübt sich die Flüssigkeit von kleinen, mikroskopischen, zu Flocken vereinigten Nadeln, die einem neuen Körper angehören. Wird weiter gekocht, so wird die Flüssigkeit etwas missfarbig und der krystallinische Niederschlag bekommt eine schwachviolette Färbung. In dem Filtrat kann man nach dem Sättigen mit Natronlauge Zucker nachweisen. Kalilauge, und leichter noch Barytwasser, lösen das Ononin beim Kochen. Selbst von viel heisser Ammoniakflüssigkeit wird es nicht aufgenommen.

Die alkoholische Lösung gibt mit Metallsalzen keine Niederschläge; nur Bleiessig fällt weisse Flocken.

Mit Eisenchlorid entsteht keine wesentliche Farbenveränderung. Chlorwasser verändert das Ononin nicht.

Die Analysen des Ononins haben mir gezeigt, dass es schwer ist, den Körper von vollkommener Reinheit zu erhalten. Sie können ohne Weiteres nicht zur Aufstellung einer Formel dienen, und es musste daher nur allein durch die Zersetzungsproducte eine solche zu erhalten gesucht werden, zumal dasselbe keine brauchbaren salzartigen Verbindungen eingeht.

Ich bemerke betreffs der folgenden Zahlen, dass zur Verbrennung immer Substanzen verschiedener Bereitung dienten.

Sie waren alle bei 100° getrocknet, bei welcher Temperatur das Ononin nichts an Gewicht verliert.

Zur Verbrennung wurde immer chromsaures Bleioxyd und vorne eine Schichte Kupferoxyd verwendet. Alle in dieser Abhandlung aufgeführten Analysen sind so gemacht; wurde anders verfahren, so ist es angemerkt.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 0·2564 | Grm. | Substanz | gaben | 0·548 | Grm. | $CO_2$ | und | 0·126 | Grm. | HO. |
| II. | 0·274 | „ | „ | „ | 0·588 | „ | „ | „ | 0·136 | „ | „ |
| III. | 0·312 | „ | „ | „ | 0·672 | „ | „ | „ | 0·154 | „ | „ |
| IV. | 0.3365 | „ | „ | „ | 0·7315 | „ | „ | „ | 0·170 | „ | „ |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V. | 0·2395 | Grm. | Substanz | gaben | 0·525 | Grm. | $CO_2$ | und | 0·119 | Grm. | HO. |
| VI. | 0·3662 | „ | „ | „ | 0·8235 | „ | „ | „ | 0·1867 | „ | „ |
| VII. | 0·355 | „ | „ | „ | 0·7911 | „ | „ | „ | 0·1828 | „ | „ |
| VIII. | 0·3162 | „ | „ | „ | 0·716 | „ | „ | „ | 0·1619 | „ | „ |
| IX. | 0·3664 | „ | „ | „ | 0·8135 | „ | „ | „ | 0·1900 | „ | „ |

In 100 Theilen:

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C = | 58·28 | 58·54 | 58·61 | 59·28 | 59·78 | 61·32 | 60·77 | 61·75 | 60·55 |
| H = | 5·45 | 5·51 | 5·48 | 5·61 | 5·52 | 5·66 | 5·72 | 5.68 | 5·76 |
| O = | 35·27 | 35·95 | 35·91 | 35·11 | 34·70 | 33·02 | 33·51 | 32·75 | 33·69 |
| | 100·00 | 100·00 | 100· | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00. |

I—V sind eigene Präparate, VI—IX käufliche, die mehrmals durch Umkrystallisiren gereinigt worden waren.

II ist mit CuO verbrannt; zuletzt wurde Sauerstoff durch die Röhre geleitet.

VI und VIII gaben mit Braunstein und Schwefelsäure eine violette Reaction, alle anderen eine schön rothe.

---

Von den Zersetzungen, die am meisten die Constitution des Ononins aufzuklären geeignet sind, muss besonders die mit Barytwasser hervorgehoben werden.

Unter dem Einflusse dieses Reagens zerfällt dasselbe in eine Säure, die an Baryt gebunden erhalten wird, und in einen neuen Körper, der in der Reihe der gepaarten Kohlehydrate seinen Platz findet. Die Säure ist Ameisensäure, das Glucosegenid ist ein bisher unbekanntes, das ich als „Onospin“ weiter beschreiben will.

Wenn man Ononin mit Barytwasser in einem Kolben längere Zeit kocht, so löst es sich zuletzt ganz auf.

Die letzten Antheile verschwinden langsam, und erst beim Zugeben neuer Mengen Barytwasser. Die Flüssigkeit ist klar und von reingelber Farbe. Meistens bemerkt man während des Kochens einen schwach aromatischen Geruch.

Beim Auskühlen, und besonders wenn man sie ins Eis stellt, trübt sich die Flüssigkeit; es fällt neben etwas $BaO.CO_2$ ein kleiner Theil des neugebildeten Körpers heraus.

Sie wurde um diesen seiner übrigen Menge nach zu erhalten, in ein hohes Glasgefäss gebracht und so lange Kohlensäure hindurch geleitet, bis das starke Schäumen ganz aufgehört hatte. Der Niederschlag wurde abfiltrirt, mit kaltem Wasser nachgewaschen, hierauf

Digitized by Google

noch feucht vom Filter genommen und wiederholt mit Wasser ausgekocht.

Die filtrirte heisse Flüssigkeit trübte sich sogleich milchig, und nach dem völligen Erkalten war sie zu einem Brei von kleinen schuppigen Krystallen erstarrt, die einzeln stark lichtbrechend sind. — Sie wurden nach dem Abtropfen auf einem Filter 3—4 Mal aus Wasser umkrystallisirt. Um sie völlig farblos zu erhalten, wurde zuletzt Thierkohle angewendet.

Sie halten eine grosse Menge Wasser zurück, und ein volles Filter schwindet nach dem Trocknen zu einer glänzenden Haut zusammen, die leicht vom Papier abgelöst werden kann.

Sie lösen sich auch leicht in Weingeist und krystallisiren daraus in concentrisch gruppirten Nadeln.

Es ist gut, den Barytniederschlag mit einigen Tropfen ganz verdünnter Schwefelsäure anzurühren (gerade nur so viel, dass die Flüssigkeit kaum merkbar sauer reagirt), und dann erst mit heissem Wasser auszuziehen.

Dies bezweckt eine Barytverbindung zu zersetzen, die das Onospin, das sich wie eine schwache Säure verhält, eingeht, und die von der $CO_2$ nur langsam zersetzt wird.

Ich habe mehrfach bemerkt, dass, wenn der durch $CO_2$ erzeugte gemischte Niederschlag abfiltrirt und die klare Flüssigkeit über Nacht in einer dem Gefrierpunkt nahen Temperatur hingestellt wurde, sich ein bernsteingelber, harzig aussehender Absatz gebildet hatte, der beim Trocknen ein gesprungenes, gummiähnliches Aussehen annahm.

Er ist, von der Flüssigkeit getrennt, in Weingeist leicht löslich und besteht aus Baryt und Onospin in wechselnden Verhältnissen. Die weingeistige Lösung, freiwillig verdunstet, fängt nach tagelangem Stehen an, Krystallpunkte zu bilden. Schwefelsäure zersetzt die weingeistige Lösung, die von $BaO \cdot SO_2$ abfiltrirte Flüssigkeit gibt wieder krystallisirtes Onospin. — Wenn es sich überhaupt nicht darum handelt, auch die in der Flüssigkeit vorhandene, an Baryt gebundene Säure zu erhalten, so zersetzt man ebensogut gleich anfangs statt mit $CO_2$ mit $SO_2$. — Nur ist jeder auch geringe Überschuss dieser Säure zu vermeiden, weil sie beim Kochen das Onospin zersetzt.

Wurde die, von dem, durch $CO_2$ entstandenen gemischten Barytniederschlage abfiltrirte Flüssigkeit zum Sieden erhitzt, so fiel unter

Digitized by Google

$CO_2$-Entwickelung noch ein Antheil Baryt heraus, der durch die überschüssige $CO_2$ gelöst war.

Es wurde nun, nachdem auch dieser entfernt war, im Wasserbade wieder eingedampft.

Beim Auskühlen der so concentrirten Flüssigkeit bemerkte man nur noch geringe Ausscheidungen, die entfernt werden mussten.

War endlich die Flüssigkeit bis auf ein ganz kleines Volumen gebracht, so dass sie eine ölige Consistenz hatte, so bildeten sich in ihr nach 1—2 Tagen harte, körnige, zu Gruppen vereingte Krystalle eines Barytsalzes.

Dasselbe hat sich als ameisensaurer Baryt erwiesen.

Es bestand aus kleinen Prismen, löste sich leicht in Wasser und war in Alkohol unlöslich. Von der anhängenden gelben Mutterlauge konnte es, zerrieben, zuerst durch Waschen mit Alkohol, dann mit ganz wenig eiskaltem Wasser befreit werden; es war dann ganz weiss. — Der Geschmack ist bitter, etwas salzig.

Charakteristisch ist der Geruch nach verbranntem Zucker, den es beim Erhitzen ausstösst. Dabei wird es braun, bläht sich auf und die Gase brennen mit Flamme. Der Rückstand brennt sich langsam ganz weiss. — In Wasser gelöst und mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt, konnte mit dem Filtrat sogleich beim Kochen die Reduction einer Silberlösung bewirkt werden. — Ich habe, um ganz sicher zu sein, ameisensauren Baryt dargestellt und mich überzeugt, dass die Art seines Krystallisirens in kleinen Mengen, wobei die Flüssigkeit sehr mit eingedampft werden muss, in solchen Krystallanhäufungen ganz dieselbe ist. Das aus Ononin erhaltene Salz erwies sich in jeder Weise damit identisch.

Endlich bestätigt dies die Analyse des bei 100° getrockneten Salzes.

I. 0·6294 Grm. Substanz gaben 0·250 Grm. $CO_2$ und 0·060 Grm. HO.
II. 0·5592 „ „ „ 0·570 $BaO+SO_3$.

In 100 Theilen:

| | | | Berechnet: | Gefunden: |
|---|---|---|---|---|
| $C_2$ | — 12 | — | 10·56 | — 10·83 |
| H | — 1 | — | 0·88 | — 1·05 |
| $O_2$ | — 24 | — | 21·12 | — 21·15 |
| BaO | — 76·6 | — | 67·44 | — 66·97 |
| | 113·6 | — | 100·00 | — 100·00 |

Digitized by Google

Die Bildung von Ameisensäure beim Kochen des Ononins mit Barytwasser kann auch leicht wahrgenommen werden, wenn man die Barytflüssigkeit statt mit Kohlensäure mit Schwefelsäure zersetzt, wie vorhin angegeben. Zu dem Ende wurde diese Zersetzung durch Schwefelsäure mit grösster Vorsicht ausgeführt, indem fortwährend mit Reagentiren der Punkt aufgesucht wurde, wo die Flüssigkeit weder Baryt, noch Schwefelsäure mehr enthielt. Als dies erreicht war, reagirte die Flüssigkeit noch stark sauer. Um die in ihr noch enthaltenen letzten Antheile Onospin herauskrystallisiren zu lassen, wurde sie über Nacht in Eis gestellt.

Das Filtrat wurde nun destillirt.

Mit dem Destillat, welches einen schwachen Geruch nach Essigsäure hat und sauer reagirt, ist es leicht, die Reductions-Versuche der Ameisensäure zu wiederholen.

Im Rückstand von der Destillation fanden sich nur noch Spuren von Onospin, die sich leicht als solche erkennen liessen; seine Farbe war von kleinen Mengen zersetzter Substanz etwas bräunlich.

### Onospin.

Der auf die vorhin beschriebene Weise erhaltene Körper erscheint nach öfterem Umkrystallisiren aus Wasser vollkommen weiss, trocknet auf dem Filter zu einer glänzenden Haut ein, und besteht aus kleinen, unter dem Mikroskope tafelförmig ausgebreiteten Krystallen. Sie lassen sich aus ihrer verfilzten Form nur durch Zerreiben mit den Fingern bringen und werden dabei etwas elektrisch. In siedendem Wasser lösen sie sich in jeder Menge, die Lösung ist wasserklar und erstarrt nach dem Erkalten zu einem Krystallbrei.

Weingeist löst die Krystalle leicht. Sie schiessen daraus in strahlig gruppirten Prismen wieder an.

In Äther sind sie fast unlöslich.

Kaustische Alkalien und Ammoniak lösen sie leicht, Säuren fällen sie wieder. Aus der letzteren Lösung krystallisirten sie nach freiwilligem Verdampfen des Ammoniaks unverändert. Mit concentrirter Schwefelsäure auf einem Uhrglase übergossen, lösen sie sich mit rothgelber Farbe; einige Körnchen Braunstein dazu gebracht, verändern diese in ein schönes Dunkelcarminroth.

Die Reaction ähnelt der durch Schwefelsäure aus Salicin erzeugten, nur ist die Farbe intensiver.

Digitized by Google

Salpetersäure oxydirt den Körper unter Oxalsäure-Bildung. Die wässerige Lösung gibt ausser mit Bleiessig, mit anderen Metallsalzen keine Niederschläge.

Salpetersaures Silberoxyd wird auch beim Kochen davon nicht reducirt. Auf Platin erhitzt, schmilzt das Onospin und verbrennt, weiter erhitzt, mit Flamme und einem etwas an Zucker erinnernden Geruch ohne Rückstand.

In einer Glasröhre erhitzt, sublimirt ein ganz kleiner Theil. Der Schmelzpunkt liegt bei 162°. Die Temperatur konnte aber bis 200° gesteigert werden, ohne dass eine Zersetzung bemerkbar war. Es erstarrte gummiähnlich zu einer gesprungenen Masse und verlor nichts an Gewicht.

Die geschmolzene Masse wird beim Zerreiben sehr elektrisch, ist etwas hygroskopisch und wird opak, und während die Krystalle fast geschmacklos sind, bemerkt man nach dem Schmelzen einen bitterlich adstringirenden Geschmack. Siedendes Wasser löst das geschmolzene Onospin wieder auf, und es scheidet sich wie früher krystallinisch aus.

Eine sehr empfindliche Reaction gibt Eisenchlorid mit der wässerigen und der weingeistigen Lösung.

Es ist eine dunkel kirschrothe Färbung, die der durch Phloridzin erzeugten fast ganz gleich ist.

Verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure zersetzen beim Erhitzen das Onospin. Es löst sich zunächst auf, und hierauf fallen sogleich Krystalle heraus, die sich an den Glaswänden hinaufziehen. Die Flüssigkeit davon abfiltrirt und neutralisirt, zeigt sehr entschiedene Zuckerreactionen, sowohl nach Trommer's als nach Pettenkofer's Methode.

Das Onospin als solches reducirt eine alkalische Kupferoxydlösung nicht.

Die zur Analyse dienenden Substanzen waren von verschiedener Bereitung und bei 100° getrocknet; dabei war ihr Gewicht nach achtstündigem Trocknen unverändert geblieben.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 0·329 | Grm. | Substanz | gaben | 0·727 | Grm. | $CO_2$ | und | 0·180 | Grm. | HO. |
| II. | 0·277 | „ | „ | „ | 0·615 | „ | „ | „ | 0.150 | „ | „ |
| III. | 0·311 | „ | „ | „ | 0·6846 | „ | „ | „ | 0·1686 | „ | „ |
| IV. | 0·3522 | „ | „ | „ | — | „ | „ | „ | 0·190 | „ | „ |
| V. | 0·303 | „ | „ | „ | 0·664 | „ | „ | „ | 0·1674 | „ | „ |
| VI. | 0·2402 | „ | „ | „ | 0·5291 | „ | „ | „ | 0·134 | „ | „ |

Digitized by Google

In 100 Theilen:

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C = | 60·26 | 60·54 | 60·03 | — — | 59·72 | 60·07 |
| H = | 6·08 | 6·01 | 6·02 | 5·9 | 6·13 | 6·19 |
| O = | 33·66 | 33·45 | 33·95 | — — | 34·15 | 33·74 |
| | 100·00 | 100·00 | 100·00 | — — | 100·00 | 100·00 |

I—IV ist aus Wasser krystallisirt; V ist geschmolzene Substanz (scheint dabei ein wenig zersetzt); VI aus Alkohol krystallisirt, zerrieben, und bei 100° getrocknet.

Das Onospin ist ein sogenanntes Glucosegenid, ein gepaartes Kohlehydrat. Ich habe sorgfältig verglichen, und die gefundene Zusammensetzung bestätigt es, dass es nicht identisch ist mit einem der bereits bekannten ähnlich constituirten Körper. Seinem Verhalten nach schliesst es sich einerseits an das Salicin, zum andern an Phloridzin. Unter dem Einflusse von Schwefelsäure oder Salzsäure zerfällt es leicht in seine Paarlinge. Den einen derselben will ich, um der gewählten Nomenclatur zu folgen, Ononetin nennen.

Die Formeln des Onospins sowohl, als die des Ononetins suchte ich auf demselben Wege festzustellen, der die des Phloridzins und Quercitrins constatiren half, durch eine quantitative Bestimmung des Zuckers.

Dem Resultate dieser Versuche will ich jedoch die Beschreibung der Darstellung und Eigenschaften des Ononetins, und die Art den Zucker zu gewinnen, vorausschicken.

### Ononetin.

Als das beste Verfahren, diesen Körper rein zu gewinnen fand ich, das Onospin in etwa dem zehnfachen Gewicht Wasser vertheilt in einem Kolben auf dem Sandbade zu erhitzen, bis es klar aufgelöst ist, dann mässig verdünnte Schwefelsäure tropfenweise zuzusetzen, bis eine kleine Trübung constant zu bleiben anfängt. Wenn man nun die Flüssigkeit in einer, dem Sieden nahen Temperatur erhält, so bemerkt man bald, wie sich in derselben eine Menge kleiner, klarer Tröpfchen bilden, die sich vermehren, und am Boden zu einer schwach gelbgefärbten schweren, öligen Masse von geschmolzenem Ononetin sammeln.

Die überstehende Flüssigkeit wird endlich wieder klarer, und die Zersetzung ist dann vollendet. Nach dem Erkalten erstarrt das

Digitized by Google

Ononetin zu einer krystallinischen Masse von der man die Flüssigkeit abgiesst und die man aus starkem Alkohol, worin es sich leicht löst, umkrystallisirt.

Die Krystalle sind strahlige, oder bündelförmig vereinigte, oft sehr lange, spröde Prismen, die bei grösseren Mengen auch eine beträchtliche Dicke erreichen, und stark lichtbrechend sind. Häufig treten sie auch federförmig gruppirt auf.

Um mich ihrer Reinheit ganz zu versichern, habe ich sie zerrieben, mit Salzsäure, die mit sehr wenig Wasser verdünnt war, erhitzt, mit Wasser gut abgewaschen, und nochmals aus Alkohol umkrystallisirt. Sie sind nach einigem Umkrystallisiren farblos.

Es hat keine Vortheile concentrirtere Säure zur Zersetzung des Onospins anzuwenden, indem hierbei eine theilweise Zersetzung erfolgt. Erhitzt man kleine Mengen Onospin in einer Proberöhre mit starker Salzsäure, so löst es sich auf; gleich nachher erfüllt sich die Flüssigkeit mit kleinen Krystallen von Ononetin die bräunlich sind, während auch die Flüssigkeit eine röthliche Farbe annimmt. In grösseren Mengen schmilzt bei dieser Zersetzung das Ononetin gleichfalls zu grossen, schweren Tropfen, die daher auch stark gefärbt sind. Es ist dann schwer, das Product durch blosses Umkrystallisiren zu reinigen; auch Thierkohle entfärbt es nur sehr wenig. Verfährt man dagegen wie angegeben, so erscheint das geschmolzene Ononetin höchstens weingelb, die darüber stehende Flüssigkeit bleibt ganz wasserhell.

Diese Flüssigkeit enthält Zucker, der leicht zu erhalten ist. Ich habe sie mit frisch gefälltem reinen, kohlensauren Bleioxyde versetzt bis alle saure Reaction verschwunden war, filtrirt, mit Schwefelwasserstoff behandelt, um eine Spur Blei daraus zu entfernen, und im Wasserbade eingedampft. Wenn sie etwas concentrirt wird, fallen wohl noch einige Krystalle von Ononetin heraus; denn dieses ist im Wasser nicht ganz unlöslich. Davon nochmals abfiltrirt und in gelinder Wärme verdampft, hinterbleibt ein sehr süsser, gährungs- und krystallisationsfähiger Syrup, über dessen Natur alle Zuckerreactionen, die er aufs Prägnanteste gibt, keinen Zweifel lassen. Von der Analyse dieses Zuckers musste ich abstehen, weil ich die, nach einigen Tagen entstandenen krümmlichen Krystalle nicht trocken erhalten konnte. Sie schmolzen im Wasserbade zu einem zähen Syrup, der selbst nach tagelangem Trocknen weich blieb.

Das Ononetin zeigt folgendes Verhalten:

Digitized by Google

Aus Alkohol krystallisirt, ist es in Wasser fast unlöslich. Wenn man es aber unmittelbar gefällt, z. B. aus alkalischer Lösung durch Salzsäure, mit viel Wasser erhitzt, so löst sich ein Theil auf, der nach dem Erkalten als stark glänzende, verfilzte Nadeln die Flüssigkeit erfüllt. Im warmen Äther löst es sich in kleiner Menge. Am leichtesten lösen es Alkalien. Die ammoniakalische Lösung nimmt beim Stehen an der Luft nach und nach eine schöne, dunkelgrüne Farbe an, die einer $Cr_2O_3$-Lösung gleicht. Versetzt man eine solche grüne Flüssigkeit mit Salzsäure, so fällt ein dunkelrother, flockig harziger Körper heraus, der sich in Alkohol mit prächtig rother Farbe löst.

Ähnliche rothe, harzartige Zersetzungsproducte sind auch von Saligenin, Phloretin und Olivil bekannt.

Unter den Metallsalzen fällt nur basisch-essigsaures Bleioxyd eine Lösung von Ononetin. Das Ononetin schmilzt bei 120° ohne Zersetzung und erstarrt strahlig, krystallinisch. Vorher bei 100° getrocknet, wobei es nichts an Gewicht verlor, zeigte es nach dem Schmelzen einen Verlust von 1·86 % Wasser.

Auf Platinblech erhitzt, stösst es einen zum Husten reizenden Dampf aus, brennt dann mit Flamme, und hinterlässt eine leicht verbrennliche Kohle. Es ist nicht sublimirbar.

Mit Schwefelsäure und Braunstein zeigt es die, schon beim Ononin und Onospin erwähnte rothe Reaction, nur ist sie hier wo möglich noch empfindlicher. Ohne Zweifel verdanken die beiden genannten Körper dieselbe Farbenerscheinung dem Ononetin, die es als Paarling enthalten. Ebenso prägnant ist die dunkelrothe Reaction mit Eisenchlorid. Mit Salpetersäure erhitzt, schmilzt das Ononetin wie ein Harz, und wird dann unter Verbreitung eines heftig zu Thränen reizenden Geruches oxydirt. In der Flüssigkeit befindet sich Oxalsäure und wie es scheint Pikrin- oder Oxypikrinsäure.

Die Analysen der, bei 100° getrockneten Substanz ergaben folgende Zahlen:

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 0·3834 | Grm. | Substanz | gaben | 0·9734 | Grm. | $CO_2$ | und | 0·197 | Grm. | HO. |
| II. | 0·310 | „ | „ | „ | 0·788 | „ | „ | „ | 0·156 | „ | „ |
| III. | 0·371 | „ | „ | „ | 0·9446 | „ | „ | „ | 0·197 | „ | „ |

In 100 Theilen:

| | I. | | II. | | III. |
|---|---|---|---|---|---|
| C = | 69·24 | — | 69·32 | — | 69·43 |
| H = | 5·71 | — | 5·59 | — | 5·88 |
| O = | 25·05 | — | 25·09 | — | 24·54 |
| | 100·00 | — | 100·00 | — | 100·00. |

Digitized by Google

Jede Probe war von anderer Bereitung; III war etwas gefärbt.

Als der sicherste Anhaltspunkt zur Feststellung der Formeln für die drei bisher beschriebenen Körper, die sämmtlich im innigsten Zusammenhange stehen, musste offenbar die Ermittelung des Zuckers erscheinen, den die beiden enthalten. Das Onospin, als der am leichtesten rein zu erhaltende, dessen Zersetzung ohne alle Schwierigkeit erfolgt, schien dazu am geeignetsten.

Ich bediente mich für diesen Zweck nach dem Verfahren von Fehling einer alkalischen Kupferoxydlösung, davon 10 CC. 0·05 Gr. Traubenzucker entsprachen.

Die gewogenen Mengen Onospin wurden in kleinen Kölbchen in siedendem Wasser gelöst, um zu beiläufig 10 CC. der Lösung 20 Tropfen verdünnte Schwefelsäure ($1SO_3 : 8HO$) gesetzt, hierauf, als die Zersetzung durch Bildung von ölartig geschmolzenem Ononetin eingeleitet war, dieselbe auf dem Sandbade bei circa 90° vollenden lassen, wo die Mischung $1^1/_2$ Tage lang digerirte.

Der grösste Theil des Ononetins war als geschmolzener Tropfen am Boden, ein kleiner Theil befand sich krystallinisch in der Flüssigkeit.

Es wurde nun abfiltrirt, und bis zum Aufhören der sauren Reaction ausgewaschen. Die Flüssigkeit wurde mit Natronlauge alkalisch gemacht, und bis auf 200 CC. verdünnt. 10 CC. der CuO-Lösung mit 40 CC. Wasser befanden sich, zum Sieden erhitzt, in einer Schale, die Zuckerlösung wurde aus der Bürtte so lange eingetragen, bis die Reaction in einer Blutlaugensalzlösung, die mit HCl angesäuert war, aufhörte.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 0·303 | Grm. | Onospin | gaben | 0·0917 | Zucker | ($C_{12}H_{12}O_{12}$) | = 30·2 | Proc. |
| II. | 0·316 | „ | „ | „ | 0·0952 | „ | „ | = 30·1 | „ |
| III. | 0·290 | „ | „ | „ | 0·0854 | „ | „ | = 29·4 | „ |
| IV. | 0·289 | „ | „ | „ | 0·0862 | „ | „ | = 29·8 | „ |

Diese Bestimmungen weisen also im Mittel 29·9 % Zucker aus. Ich glaube nicht zu fehlen, wenn ich als runde Zahl 30 annehme. Geht man, wie bei allen ähnlich constituirten Verbindungen von der Annahme aus, dass 1 Äquiv. Zucker gebildet worden sei, so entsprechen die, in 30 % Zucker enthaltenen 12 Theile Kohlenstoff 12 Äquiv. Kohlenstoff.

Für das Ononetin bleibt dann im Onospin: 60·27—12 = 48·27 Theile Kohlenstoff.

Digitized by Google

Wenn nun 12 Theile Kohlenstoff 12 Äquiv. entsprechen, so entsprechen 48 Theile $4 \times 12 = 48$ Äquiv. Kohlenstoff. Daraus folgt, dass das Ononetin in seiner Formel 48 Äquiv. C. enthält. Unter dieser Voraussetzung berechnet sich dieselbe zu $C_{48}H_{22}O_{13}$. Diese verlangt

In 100 Theilen:

| | | Berechnet: | Gefunden: | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $C_{48}$ | 288 | 69·56 | 69·24 | 69·43 | 69·32 | |
| $H_{22}$ | 22 | 5·31 | 5·71 | 5·88 | 5·59 | |
| $O_{13}$ | 104 | 25·13 | 25·05 | 24·54 | 25·09 | |
| | 414 | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00. | |

Es hatten ferner 0·280 Grm. bei 100° getrockneter Substanz 0·005 Wasser verloren; = 1·86 %. Die Formel:

$C_{48}H_{21}O_{13} + HO$ verlangt 2·17 %.

Die Bestimmung des Ononetins bei der Zersetzung des Onospins quantitativ auszuführen, gelingt wegen der theilweisen Löslichkeit desselben im Wasser nicht. Die Rechnung ergibt 69·5 %; gefunden wurde zwischen 60 und 65 %.

Das Onospin seinestheils müsste nun weiter eine Formel mit $48 + 12 = 60$ C. besitzen. Mit den gefundenen Procenten übereinstimmend, ergibt sich:

$C_{60}H_{34}O_{25}$.

In 100 Theilen:

| | | Berechnet: | Gefunden: | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $C_{60}$ | 360 | 60·60 | 60·26 | 60·54 | 60·03 | 60·07 | — — |
| $H_{34}$ | 34 | 5·72 | 6·08 | 6·01 | 6·02 | 6·19 | 5·9 |
| $O_{25}$ | 200 | 33·68 | 33·66 | 33·45 | 33·95 | 33·74 | — — |
| | 594 | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00. | |

Hiernach ist das Zerfallen des Onospins durch Säuren in folgender Weise ausdrückbar:

$$\underbrace{C_{60}H_{34}O_{25}}_{\text{Onospin.}} = \underbrace{C_{48}H_{22}O_{13}}_{\text{Ononetin.}} + \underbrace{C_{12}H_{12}O_{12}}_{\text{Zucker.}}$$

Berücksichtigt man endlich, dass die Muttersubstanz des Ononins, neben dem Onospin beim Behandeln mit BaO-Wasser Ameisensäure geliefert hat, so scheint es geboten, in der Formel desselben 62 Äquiv. Kohlenstoff anzunehmen, und nur auf diesem Umwege wird sich aus den mitgetheilten Analysen die richtige Zusammensetzung herausfinden lassen. Es scheint mir, dass dieselbe sich nach der Formel: $C_{62}H_{34}O_{27}$ regelt, welche in 100 Theilen verlangt:

Digitized by Google

| | | Berechnet: | Gefunden: | | Mittel aus 9 Versuchen: |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{62}$ | 372 | 59·80 | 59·28 | 59·78 | 59·87 |
| $H_{34}$ | 34 | 5·46 | 5·61 | 5·52 | 5·60 |
| $O_{27}$ | 216 | 34·74 | 35·11 | 34·70 | 34·53 |
| | 622 | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00 |

Die Zersetzungen durch Alkalien sind bekanntlich meistens von Wasseraufnahme begleitet; auch hier wird angenommen werden müssen, das die Spaltung des Ononins in dieser Weise vor sich geht:

$$\underbrace{C_{62}H_{34}O_{27}}_{\text{Ononin.}} + 2HO = \underbrace{C_{60}H_{34}O_{25}}_{\text{Onospin.}} + \underbrace{C_2H_2O_4}_{\text{Ameisensäure.}}$$

Nach dieser Anschauung hat das Ononin seinen nächsten Verwandten in dem Populin, für welches Piria die rationelle Zusammensetzung fand [1]):

$$\underbrace{C_{40}H_{22}O_{16}}_{\text{Populin.}} = \underbrace{C_{14}H_6O_4}_{\text{Benzoesäure.}} + \underbrace{\underbrace{C_{14}H_8O_4}_{\text{Saligenin.}} + \underbrace{C_{12}H_{12}O_{12}}_{\text{Zucker.}}}_{\text{Salicin.}} - 4HO.$$

$$\underbrace{C_{62}H_{34}O_{27}}_{\text{Ononin.}} = \underbrace{C_2H_2O_4}_{\text{Ameisensäure.}} + \underbrace{\underbrace{C_{48}H_{22}O_{13}}_{\text{Ononetin.}} + \underbrace{C_{12}H_{12}O_{12}}_{\text{Zucker.}}}_{\text{Onospin.}} - 2HO.$$

Welcher näheren Deutung die Formel des Ononetins unterliegt, die ich blos als empyrische anführen kann, muss ich mir vorbehalten in der Folge zu ermitteln. Sie ist vorläufig ebenso unbestimmt als die des Phloretins, Quercetins, Arctuvins, Saligenins etc., die wohl alle noch einer Auflösung gewärtig sein müssen.

Es lässt sich, bis zu einem gewissen Grade das Ononin auch vergleichen mit der Amygdalinsäure, der Verbindung von Ameisensäure, Zucker und Bittermandelöl.

$$\underbrace{C_{40}H_{26}O_{24}}_{\text{Amygdalinsäure.}} + HO = \underbrace{C_2HO_3}_{\text{Ameisensäure.}} + \begin{cases} C_{14}H_6O_2 = \text{bitt. Mandelöl.} \\ C_{24}H_{20}O_{20} = \text{Zucker.} \end{cases}$$

$$\underbrace{C_{62}H_{34}O_{27}}_{\text{Ononin.}} + HO = \underbrace{C_2HO_3}_{\text{Ameisensäure.}} + \begin{cases} C_{48}H_{22}O_{13} = \text{Ononetin.} \\ C_{12}H_{12}O_{12} = \text{Zucker.} \end{cases}$$

Das Ononin ist indifferent. Die Amygdalinsäure ist einer der schwächsten Säuren, ihre Salze sind nicht krystallinisch.

[1]) Annalen d. Ph. Bd. 81, S. 246.

Digitized by Google

Mit Zugrundelegung dieser Thatsachen, denen ich in den mitgetheilten Formeln keinen Zwang angethan zu haben glaube, wird es nun auch leicht sein, die Zersetzung zu erklären, die das Ononin mit Säuren (HCl oder $SO_3$) erfährt.

Heisse Salzsäure oder verdünnte Schwefelsäure löst das Ononin völlig auf. Sehr bald aber erfüllt sich die Flüssigkeit mit flockigen Krystallen eines neuen Körpers, die beim längeren Erwärmen oder Kochen blassviolett gefärbt erscheinen. Man muss hierbei den Inhalt des Kolbens fortwährend in einer kreisenden Bewegung erhalten, weil sonst da, wo die Glaswände heisser werden, besonders bei Anwendung von Schwefelsäure, sich derselbe mit rother Farbe zersetzt.

Die Flüssigkeit schäumt ein wenig, und nach einigem Sieden hat sich das, früher deutlich krystallinische Ononin in einen flockigen Brei verwandelt, der nur unter dem Mikroskope als krystallinisch erkannt werden kann. Es wurde alles auf ein Filter gebracht, und mit kaltem Wasser gut ausgewaschen. Die Farbe der Masse zieht ins Röthliche oder Violette, die durchlaufende Flüssigkeit ist meistens gelb gefärbt.

Ich habe den Körper theils durch wiederholtes Umkrystallisiren aus starkem Alkohol, worin er nicht leichter löslich ist, als Ononin selbst, theils so gereinigt, dass ich ihn in Ammoniak auflöste, die klar filtrirte Lösung mit Salzsäure nur so viel versetzte, dass die grösste Menge der Substanz herausfiel, während die Flüssigkeit noch alkalisch reagirte.

In dieser alkalischen Flüssigkeit bleibt der färbende Theil, der durch theilweise Zersetzung der Substanz durch die Säure entstanden ist, gelöst, und kann ausgewaschen werden, während der Niederschlag der Substanz rein weiss, aufgequollen und gallertartig erscheint, wie Thonerde.

Nachdem er mit Wasser, worin er unlöslich ist, gehörig ausgewaschen war, wurde er zwischen Papier abgepresst, und aus starkem Alkohol umkrystallisirt. Er fällt schnell aus der heissen alkoholischen Lösung in kleinen Krystallen heraus.

Die, von dem rohen Körper abfiltrirte Flüssigkeit enthält wieder Zucker. Es genügt anzuführen, dass er ganz auf die, beim Onospin beschriebene Weise erhalten worden war, und vollständig dieselben Eigenschaften zeigte.

Digitized by Google

Die gebildeten Krystalle jedoch sind nicht, wie man vielleicht vermuthen könnte, Ononetin, aber dasselbe kann doch wieder daraus dargestellt werden. In der That entspricht die Zusammensetzung derselben der, nach den früheren Erörterungen nahe liegenden Ansicht, dass sie das Ameisensäure gebende Atom mit dem Ononetin verbunden enthalten.

Ihre Analyse hat ergeben:

I. 0·2872 Grm. Substanz gaben 0·7474 Grm. $CO_2$ und 0·125 Grm. HO.
II. 0·339 „ „ „ 0·880 „ „ „ 0·150 „ „

In 100 Theilen:

| | Berechnet: | | Gefunden: | |
|---|---|---|---|---|
| | | | I. | II. |
| C 50 | 300 | 70·75 | 70·79 | 70·97 |
| H 20 | 20 | 4·71 | 4·91 | 4·83 |
| O 13 | 104 | 24·54 | 24·30 | 24·20 |
| | 424 | 100·00 | 100·00 | 100·00 |

Die Substanz war bei 100° getrocknet; I ist mit Kupferoxyd und Sauerstoff, II mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt. Die Formel: $C_{50}H_{20}O_{13}$, die ich darauf berechnet habe, erklärt das Zerfallen des Ononins mit Säure ohne Schwierigkeit. Unter HO-Ausscheidung bildet sich Zucker und der neue Körper:

$$\underbrace{C_{62}H_{34}O_{27}}_{\text{Ononin.}} = C_{50}H_{20}O_{13} + C_{12}H_{12}O_{12} + 2HO.$$

Die Richtigkeit dieser Ansicht ganz zu beweisen, müsste unter passender Behandlung $C_{50}H_{20}O_{13}$ wieder Ononetin und Ameisensäure liefern.

Und wirklich genügt es, den Körper eine zeitlang mit Barytwasser zu kochen, worin er sich leicht auflöst, und dann zu verfahren, wie ich schon früher angegeben habe, so erhält man einen, durch die $CO_2$ abgeschiedenen, zusammen backenden Niederschlag, der (besonders auf Zusatz von sehr wenig Schwefelsäure, um allen Baryt zu entfernen) mit Alkohol sehr leicht eine Lösung gibt, aus der Ononetin krystallisirt, während in der Flüssigkeit ameisensaurer Baryt enthalten ist, der beim vorsichtigen Abdampfen gleichfalls krystallinisch erhalten wird.

Ich hatte von diesen Substanzen nicht Mengen zur Verfügung, die mir erlaubt hätten, diese beiden Producte anders als qualitativ zu



Digitized by Google

bestimmen, allein es ist sehr leicht sich ihrer Identität durch alle bisher aufgeführten Reactionen zu versichern.

Die Spaltung von $G_{50}H_{20}O_{13}$ könnte in folgender Weise vor sich gehen, wobei wieder HO gebunden wird:

$$\underbrace{C_{50}H_{20}O_{13}}_{\text{Formonetin.}} + 3HO = \underbrace{C_{48}H_{22}O_{13}}_{\text{Ononetin.}} + \underbrace{C_2HO_3}_{\text{Ameisensäure.}}$$

Dieser Körper, den man hiernach Formonetin nennen könnte, ist ausgezeichnet durch eine prächtig violette Reaction, die er (am besten auf einem Uhrglase) mit $SO_3$ und $MnO_2$ gibt. Sie erscheint etwas langsamer als die rothe des Ononetins und Onospins, ist aber nichts destoweniger ebenso empfindlich.

Er löst sich kaum in Wasser und Äther, völlig nur in kochendem Alkohol, ist geschmacklos, gibt keine Niederschläge mit Metallsalzen und keine Reaction mit Eisenchlorid; Alkalien lösen ihn leicht, und zersetzen ihn beim Kochen. Ammoniak verändert seine Zusammensetzung nicht.

---

Ich will, um den Zusammenhang der mitgetheilten Formeln überschaulich zu machen, dieselben sammt der Art ihrer Spaltungen noch einmal hersetzen:

Ononin mit Barytwasser zersetzt:
(Aufnahme von HO, Bildung von Onospin und Ameisensäure.)

$$\underbrace{C_{62}H_{34}O_{27}}_{\text{Ononin.}} + 2HO = \underbrace{C_{60}H_{34}O_{25}}_{\text{Onospin.}} + \underbrace{C_2H_2O_4}_{\text{Ameisens.}}$$

Ononin mit Säure behandelt:
(Bildung eines Paarlings von Ononetin und dem Atom der Ameisensäure; der Zucker geht in Lösung.)

$$\underbrace{C_{62}H_{34}O_{27}}_{\text{Ononin.}} = \underbrace{C_{50}H_{20}O_{13}}_{\text{Formonetin.}} + \underbrace{C_{12}H_{12}O_{12}}_{\text{Zucker.}} + 2HO$$

Onospin mit Säure behandelt:
(Zerfällt in Ononetin und Zucker.)

$$\underbrace{C_{60}H_{34}O_{25}}_{\text{Onospin.}} = \underbrace{C_{48}H_{22}O_{13}}_{\text{Ononetin.}} + \underbrace{C_{12}H_{12}O_{12}}_{\text{Zucker.}}$$

Formonetin mit Barytwasser zersetzt:
(Bildet wieder Ononetin und Ameisensäure unter Aufnahme von Wasser.)

$$\underbrace{C_{50}H_{20}O_{13}}_{\text{Formonetin.}} + 3HO = \underbrace{C_{48}H_{22}O_{13}}_{\text{Ononetin.}} + \underbrace{C_2HO_3}_{\text{Ameisens.}}$$

Digitized by Google

Je nach ihrem Zusammentreten geben also Zucker, Ameisensäure und Ononetin drei neue Verbindungen von indifferentem oder schwach saurem Charakter.

Wenn man bedenkt, dass die Formeln des Zuckers und des Ononetins selbst wieder einer weiteren Auflösung fähig sein müssen, so gehört das Ononin wohl mit zu den complicirtesten Pflanzensubstanzen, die bis jetzt aufgefunden worden sind.

Endlich lässt sich vielleicht für die abgehandelten Verbindungen noch eine andere Auffassung geltend machen, wenn sie auch noch des thatsächlichen Beweises bedarf. Sie sei inzwischen nur mit dem Vorbehalt hergesetzt, in der Folge ihre Rechtfertigung zu versuchen.

Erhöht man den Wasserstoffgehalt des Ononins, Onospins, Ononetins und Formonetins um ein Äquivalent, was, ohne die Übereinstimmung der berechneten und gefundenen Resultate zu beeinträchtigen geschehen kann [1]), so lässt sich das Ononin betrachten als Onospin, in welchem Wasserstoff ersetzt ist durch das Radical der Ameisensäure:

$$C_{60}\left(\begin{matrix}H_{24}\\C_2HO_2\end{matrix}\right)O_{25} = \underbrace{C_{62}H_{25}O_{27}}_{\text{Ononin.}}$$

Ferner könnte das Ononetin bestehend gedacht werden aus:

$$\left.\begin{matrix}C_{16}H_9O_3\\C_{16}H_7O_5\\C_{16}H_7O_5\end{matrix}\right\} = \underbrace{C_{48}H_{23}O_{13}}_{\text{Ononetin.}}$$

$C_{16}H_9O_3$ wäre $= C_{14}\left(\begin{matrix}H_6\\C_2H_2\end{matrix}\right)O_3$; $(C_{14}H_7O_3.HO = \text{Saligenin.})$

$C_{16}H_7O_5$ „ $= C_{14}\left(\begin{matrix}H_4\\C_2H_2\end{matrix}\right)O_5$; $(C_{14}H_5O_5.HO = \text{Salicylsäure.})$

---

[1])

| | | Berech. | Gef. i. Mittel. |
|---|---|---|---|
| $C_{62}$ | 372 | 59·71 | 59·87 |
| $H_{25}$ | 25 | 5·61 | 5·60 |
| $O_{27}$ | 216 | 34·68 | 34·53 |
| Ononin | 623 | 100·00 | 100·00 |

| | | Berech. | Gef. i. Mittel. |
|---|---|---|---|
| $C_{48}$ | 288 | 69·40 | 69·33 |
| $H_{23}$ | 23 | 5·54 | 5·72 |
| $O_{13}$ | 104 | 25·06 | 24·95 |
| Ononetin | 415 | 100·00 | 100·00 |

| | | Berech. | Gef. i. Mittel. |
|---|---|---|---|
| $C_{60}$ | 360 | 60·70 | 60·15 |
| $H_{25}$ | 25 | 5·88 | 6·04 |
| $O_{25}$ | 200 | 33·42 | 33·81 |
| Onospin | 595 | 100·00 | 100·00 |

| | | Berech. | Gef. i. Mittel. |
|---|---|---|---|
| $C_{50}$ | 300 | 70·58 | 70·88 |
| $H_{21}$ | 21 | 4·93 | 4·87 |
| $O_{13}$ | 104 | 24·49 | 24·25 |
| Formonetin | 425 | 100·00 | 100·00 |



Digitized by Google

Dann bestünde das Formonetin aus:

$$\left.\begin{array}{llll} C_{16} & \left(\begin{matrix} H_8 \\ C_2HO_2 \end{matrix}\right) & O_2 \\ C_{16} & H_7 & O_5 \\ C_{16} & H_7 & O_6 \end{array}\right\} - 2HO = \underbrace{C_{50}H_{21}O_{13}}_{\text{Formonetin.}}$$

Das Ononin gehörte somit in die Zimmtreihe der Leguminosen [1]).

---

Die Wurzel der Onon. sp. enthält ausser dem Ononin noch einen zweiten krystallisirbaren Körper, der sehr einfach gewonnen werden kann, und auf dessen Vorhandensein man bei der Darstellung des Ononins Rücksicht nehmen muss, weil er dieses Präparat sonst leicht verunreinigen kann, wie bei zwei der angegebenen Methoden etwa.

Wenn man die Wurzel mit Weingeist auskocht, und die stark braun gefärbte Tinctur abdestillirt bis der Rückstand die Consistenz eines dünnen Syrups hat, so scheiden sich nach einigen Tagen Krystalle aus, die von der Flüssigkeit durch ein Leinenfilter getrennt werden können.

Sie sind noch stark gefärbt; durch Pressen zwischen Papier, Waschen mit kaltem Alkohol und Lösen in siedendem lassen sie sich reinigen. Man braucht dazu eine ziemliche Menge, denn sie sind schwer löslich.

Mit Thierkohle entfärbt sich die noch gelbe Lösung beträchtlich, und beim Erkalten und freiwilligen Verdunsten schiessen nadelförmige Krystalle an, die durch wiederholtes Reinigen blendend weiss erhalten werden.

Es sind kleine, zarte Krystallhärchen, verfitzt, die Filter überziehend, beim Trocknen sehr schwindend, schön atlasglänzend, sehr leicht, und bei gelindem Reiben stark elektrisch werdend, geruch- und geschmacklos.

Sie lösen sich in Wasser gar nicht, in Äther sehr wenig, aber völlig in siedendem Alkohol. Eine solche Lösung wird von Wasser reichlich gefällt, und dieses Verhalten kann auch zur Reinigung des Körpers benutzt werden.

---

[1]) Rochleder's Phytochemie. S. 264.

Digitized by Google

Auf Platinblech erhitzt, schmelzen sie farblos, und erstarren krystallinisch. Weiter erhitzt, verbreiten sie einen, entfernt an Weihrauch erinnernden Geruch, brennen mit Flamme, und hinterlassen eine leicht verbrennliche Kohle.

Sie sind stickstofffrei. Die alkoholige Lösung reagirt neutral, und gibt mit Metallsalzen keine Niederschläge.

Salpetersaures Silberoxyd wird beim Kochen nicht reducirt. In concentrirter Schwefelsäure lösen sie sich mit gelblicher Farbe; Braunstein verändert diese nicht. — Von Salzsäure und Kalilauge werden sie auch beim Kochen nicht verändert. In Ammoniak unlöslich, dagegen leicht löslich in erwärmtem Terpentinöl.

**Analysen der bei 100° getrockneten Substanz.**

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 0·2415 | Grm. | Substanz | gaben | 0·7075 | Grm. | $CO_2$ | und | 0·246 | Grm. | HO |
| II. | 0·304 | „ | „ | „ | 0·891 | „ | „ | „ | 0·3115 | „ | „ |
| III. | 0·3212 | „ | „ | „ | 0·9387 | „ | „ | „ | 0·326 | „ | „ |

In 100 Theilen:

| | I. | | II. | | III |
|---|---|---|---|---|---|
| C = | 79·89 | — | 79·93 | — | 79·70 |
| H = | 11·31 | — | 11·36 | — | 11·27 |
| O = | 8·80 | — | 8·71 | — | 9·03 |
| | 100·00 | — | 100·00 | — | 100·00. |

Die einfachste Formel, die diesen Zahlen entspricht, ist $C_{12}H_{10}O$.

| | | | | Berechnet: | | Gef. i. Mittel. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $C_{12}$ | — | 72 | — | 80·00 | — | 79·84 |
| $H_{10}$ | — | 10 | — | 11·11 | — | 11·31 |
| O | — | 8 | — | 8·98 | — | 8·86 |
| | | 90 | — | 100·00 | — | 100·00. |

Verhalten gegen Chlor. Wenn man bei gewöhnlicher Temperatur Chlor über die Substanz leitet, so wird sie kaum verändert. Befindet sich dieselbe aber in einem Apparate, den man gleichzeitig im Wasserbade erhitzen kann, so beginnt alsbald die Entwickelung von Salzsäure, die Masse bräunt sich ein wenig, und nimmt ein krümliges, amorphes, geflossenes Ansehen an. Man muss, um die Einwirkung vollständig zu machen, die zusammenbackende Substanz mehrmals herausnehmen, zerreiben, und wieder dem Chlor aussetzen.

Als die Entwickelung von Salzsäure geringer zu werden anfing, wurde die Temperatur des Bades durch Kochsalz erhöht, und als keine Salzsäure mehr fortging, unterbrochen.

Digitized by Google

Die entstandene harzähnliche Masse war weder in Wasser noch Alkohol, sondern nur in Äther, und zwar in diesem sehr leicht löslich. Nach dem Verdunsten desselben hinterblieb sie als ein amorphes Pulver, das nach dreimaligem Auflösen und Wiederverdunsten weiss erschien.

Es ist in Ammoniak und Kali unlöslich, schmilzt in warmer Salpetersäure, oxydirt sich, und Silberlösung weist in der Flüssigkeit Chlor nach; mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, wird es bräunlich; Braunstein verändert die Farbe nicht. Es schmilzt auf Platin und verbrennt mit harzigem und Salzsäure-Geruch. Die Substanz wurde bei 100° getrocknet und mit chroms. Bleioxyd verbrannt.

0·232 Grm. Substanz gaben 0·489 Grm. $CO_2$ und 0·149 Grm. HO
0·281 „ „ „ (mit CaO geglüht) 0·313 „ AgCl.

In 100 Theilen:

| | | | Berechnet: | | Gefunden: |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{12}$ | — | 72 | — 57·8 | — | 57·4 |
| $H_9$ | — | 9 | — 7·2 | — | 7·1 |
| Cl | — | 35·5 | — 28·4 | — | 27·5 |
| O | — | 8 | — 6·6 | — | 8·0 |
| | | 124·5 | — 100·00 | — | 100·00. |

Es ist demnach 1 Äquiv. Chlor an die Stelle von 1H getreten. Unterwirft man den reinen Körper mit wasserfreier Phosphorsäure der trockenen Destillation, so erhält man ein Öl von theerartigem Geruch. Es ist gelblich; ich konnte es mir nicht in solcher Menge verschaffen, um es reinigen und analysiren zu können.

Wahrscheinlich ist es ein Kohlenwasserstoff = $C_{12}H_9$.

Eigenschaften und Verhalten stellen diese Substanz jenen indifferenten wachsähnlichen Körpern an die Seite, wie man sie z. B. bei der Darstellung des Phloridzins aus der Wurzelrinde der Äpfelbäume gewinnt, und wie man sie als Cerin, Ceroxylin, Cerosin, Myricin u. s. w. aus anderen Pflanzen dargestellt und beschrieben hat.

Grosse Ähnlichkeit hat dieselbe ferner mit dem Betulin von Hess; mit mehreren Harzen, einigen Wachsarten, dem Lactucon und dem Wurmsamenöl hat dieselbe eine fast gleiche procentische Zusammensetzung.

Soll sie durch einen eigenen Namen unterschieden werden, so möchte sie vielleicht am besten Onocerin heissen.

Digitized by Google

### Citronensäure.

Sie findet sich an Kalk gebunden, und wurde erhalten, als die Abkochung der Wurzel, die mit Bleizucker ausgefällt war, mit Schwefelwasserstoff von überschüssigem Blei befreit und langsam bis zur Syrupsdicke eingedampft wurde.

Nach langem Stehen setzen sich kleine, geschmacklose Krystalle ab. Auf Leinwand abgetropft, zwischen Papier von dem Syrup abgepresst, mit kaltem Wasser gewaschen, in siedendem gelöst und so gereinigt, geben sie nach dem Zersetzen mit Schwefelsäure eine Lösung, die vom Gyps abfiltrirt nach wochenlangem Stehen harte, stark saure Krystalle liefert. Sie besassen alle Eigenschaften der Citronensäure.

### Glycyrrhizin und Zucker.

Reinsch beschrieb als „Ononid“ [1]) einen, dem Glycyrrhizin ähnlichen Stoff, der in seinen Eigenschaften diesem sehr nahe kommt, und sich nur durch den, anfangs bitterlichen Geschmack unterscheidet.

Ich habe diesen Körper auch seiner Zusammensetzung nach untersucht und gefunden, dass diese eine ziemlich wechselnde ist; er zeigt Verhältnisse, die es wahrscheinlich machen, dass demselben reines Glycyrrhizin zu Grunde liegt, und dass man es hier nur mit Producten einer angehenden Oxydation zu thun hat. Solche braune, glycyrrhizinähnliche Substanzen wurden erhalten:

*a)* Durch Ausfällen des wässerigen Decocts der Wurzel mit Schwefelsäure. Es entsteht ein flockiger, schmutzig brauner Niederschlag, den man absitzen lässt, und im Gefässe selbst durch wiederholtes Aufgiessen von Wasser auswäscht, bis die saure Reaction aufhört.

Er wird dann getrocknet, in warmem absolutem Alkohol gelöst und die filtrirte Lösung auf dem Wasserbade verdampft.

Man wiederholt dieses Verfahren so lange der absolute Alkohol noch einen Rückstand beim Auflösen hinterlässt.

*b)* Wenn man aus dem weingeistigen Wurzelauszug das Onocerin auskrystallisiren lässt und der rückständige dunkelbraune Syrup an der Luft verdunstet, so scheidet er sich binnen zwei bis drei

[1]) Buchner's Repertorium XXVI und XXVIII.

Digitized by Google

Tagen in ein dunkelbraunes, in Wasser unlösliches Harz und eine darüber stehende dickliche, honiggelbe klare, sehr süsse Flüssigkeit.

Diese letztere enthält neben viel Zucker auch eine gewisse Menge solchen Glycyrrhizins. Wenn man sie mit Wasser verdünnt, wobei sie sich meistens trübt, und dann mit Schwefelsäure versetzt, die Fällung behandelt wie *a*, so hinterbleibt ein im Äussern von dem ersteren nicht verschiedener Körper.

*c)* Wenn man ferner den harzigen braunen Absatz mit Wasser gut auswäscht, dann in Alkohol löst, die Lösung mit alkoholischer Bleizuckerlösung versetzt, und den braunen Niederschlag unter Alkohol mit Schwefelwasserstoff zersetzt, die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit eindampft und wie früher reinigt, so hinterbleiben stets braune, glänzende Extracte, die sich zu einem lichtbraunen Pulver zerreiben lassen, in kaltem Wasser schwer löslich sind, dagegen sehr leicht, wenn dieses nur eine Spur Kali enthält, in Äther sich gar nicht, in heissem Wasser mehr lösen, deren alkoholische Lösung von Blei-, Silber-, Quecksilber- und Kupfersalzen gefällt wird, die in alkalischer Lösung bei langem Kochen etwas Kupferoxyd zu Oxydul reduciren, sich in Schwefelsäure lösen und mit Wasser fällbar sind, von Salpetersäure oxydirt werden, und auf Wasserzusatz einen weissen Niederschlag erzeugen, die mit einem Worte geradezu alle Eigenschaften des Süssholz-Glycyrrhizins zeigen, nur mit dem Unterschiede, dass ihr Geschmack nicht sogleich jene ekelhafte Süssigkeit hat, sondern anfangs bitterlich ist, und erst hinterher anhaltend kratzend süss wird.

Die Substanz klebt anfangs im Munde zusammen wie ein Harz. Sie reagirt sauer, enthält aber keine Spur Schwefelsäure.

In wie weit diese Substanzen mit Glycyrrhizin übereinkommen, mögen die folgenden Analysen zeigen, die auf verschiedene Weise, und aus älterer und jüngerer Wurzel dargestellt sind. Sie waren bei 100° getrocknet.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 0·4535 | Grm. | Substanz | gaben | 1·022 | Grm. | $CO_2$ | und | 0·259 | Grm. | HO. | |
| II. | 0·4515 | „ | „ | „ | 0·988 | „ | „ | „ | 0·246 | „ | „ | |
| III. | 0·4515 | „ | „ | „ | 0·9795 | „ | „ | „ | 0·2436 | „ | „ | |
| IV. | 0·352 | „ | „ | „ | 0·7615 | „ | „ | „ | 0·2025 | „ | „ | |
| V. | 0·3592 | „ | „ | „ | 0·762 | „ | „ | „ | 0·2072 | „ | „ | |

I nach *c* bereitet; II nach *a*; III nach *a* von anderer Wurzel; IV nach *a* von anderer Wurzel; V nach *b*.

Digitized by Google

In 100 Theilen:

I.

| | | Berechnet: | Gefunden: |
|---|---|---|---|
| $C_{36}$ | — 216 — | 61·7 — | 61·5 |
| $H_{22}$ | — 22 — | 6·3 — | 6·3 |
| $O_{14}$ | — 112 — | 32·0 — | 32·2 |
| | 350 — | 100·0 — | 100·0 |

II.

| | | Berechnet: | Gefunden: |
|---|---|---|---|
| $C_{36}$ | — 216 — | 59·7 — | 59·6 |
| $H_{22}$ | — 22 — | 6·0 — | 6·0 |
| $O_{15·5}$ | — 124 — | 34·3 — | 34·4 |
| | 362 — | 100·0 — | 100·0 |

| | | Berechnet: | Gefunden: III. | Gefunden: IV. |
|---|---|---|---|---|
| $C_{36}$ | — 216 — | 59·0 — | 59·1 — | 59·0 |
| $H_{22}$ | — 22 — | 6·0 — | 6·0 — | 6·4 |
| $O_{16}$ | — 128 — | 35·0 — | 34·9 — | 34.6 |
| | 366 — | 100·0 — | 100·0 — | 100·0 |

V.

| | | Berechnet: | Gefunden: |
|---|---|---|---|
| $C_{36}$ | — 216 — | 57·6 — | 57·8 |
| $H_{23}$ | — 23 — | 6·1 — | 6·4 |
| $O_{17}$ | — 136 — | 36·3 — | 35·8 |
| | 375 — | 100·0 — | 100·0 |

Nach Lade's Untersuchung ist Glycyrrhizin $= C_{36}H_{22}O_{12} + 2HO$. Die analysirten Substanzen verhalten sich demnach wie Oxyde wasserfreien Glycyrrhizins mit Ausnahme des aus dem süssen Syrup *b* V abgeschiedenen, von dem ich jedoch bemerken muss, dass sein Geschmack kaum bitter war, und sich dem des wahren Glycyrrhizins am meisten näherte.

$C_{36}H_{22}O_{12}$ = Süssholz-Glycyrrhizin.

I. $C_{36}H_{22}O_{14}$

II. $C_{36}H_{22}O_{15·5}$

III. und IV. $C_{36}H_{22}O_{16}$

V. $C_{36}H_{23}O_{17}$

Es ist möglich, dass in der frischen Wurzel, die mir bis jetzt noch nicht zu Gebote stand, wahres Glycyrrhizin enthalten ist, und dass sich dieses erst beim Trocknen und Liegen nach und nach in dieser Weise verändert hat.

---

Die süsse Flüssigkeit, deren ich oben unter *b* erwähnte, enthält ausser dem, unter der Analyse V genannten Glycyrrhizin noch viel Zucker und Kalk, dem das Glycyrrhizin überhaupt seine Löslichkeit verdanken mag.

Sie wurde von dem Überschusse der $SO_3$ mit kohlensaurem Baryt befreit, und die filtrirte Flüssigkeit wieder eingedampft.

Sie hatte dann die äusseren Eigenschaften des flüssigen Theiles des Bienenhonigs, seinen Geschmack und Geruch, gab natürlich sehr entschiedene Zucker-Reactionen und liess sich mit Hefe leicht in

Digitized by Google

Gährung versetzen. Sie löste sich in Alkohol, konnte aber weder zum Trocknen noch Krystallisiren gebracht werden. Bei langem Stehen an der Luft bekam dieser Syrup einen bitterlichen Geschmack.

Styphninsäure. Die bei der Behandlung der Wurzel mit Weingeist erhaltenen harzigen Rückstände gaben beim Oxydiren mit Salpetersäure neben Oxalsäure ziemlich viel Oxypikrinsäure.

Die Masse löst sich mit dunkelrothbrauner Farbe, schäumt sehr stark beim Erwärmen, wird dann orangegelb, während sich ein Harz von derselben Farbe abscheidet.

Nach $1^1/_2$ stündiger Einwirkung wurde abgegossen und abgedampft. Es schieden sich beim Stehen schöne prismatische Krystalle aus, die mehrmals aus Alkohol umkrystallisirt wurden. Sie waren von gelblicher Farbe, bitterem Geschmacke, in Alkohol und Wasser löslich, in einer Glasröhre schnell erhitzt, verpufften sie und verbreiteten den Geruch nach Bittermandelöl und Blausäure. Aus einer Lösung in Kali schieden sich bald schöne, orangerothe Prismen eines Kalisalzes ab.

Sie wurden unter der Luftpumpe getrocknet und mit vorgelegten Kupferspänen analysirt.

0·4078 Grm. Substanz gaben 0·4267 $CO_2$ und 0·0687 HO.

| | | | Berech. | Gef. |
|---|---|---|---|---|
| $C_{42}$ | — 72 — | | 29·4 — | 28·5 |
| $H_8$ | — 3 — | | 1·2 — | 1·8 |
| $N_2$ | — 42 — | | 17·2 — | — |
| $O_{16}$ | — 128 — | | 52·2 — | — |
| | 245 — | | 100·0 — | — |

Asche. Dieselbe wurde von Herrn Friedrich Bukeisen in meinem Laboratorium analysirt. Er fand sie bestehend aus:

| | |
|---|---|
| Kali | 15·76 |
| Natron | 3·78 |
| Chlornatrium | 2·09 |
| Kalk | 20·87 |
| Bittererde | 13·37 |
| Eisenoxyd | 2·49 |
| Manganoxydul | Spuren. |
| Kieselsäure | 4·85 |
| Phosphorsäure | 7·93 |
| Schwefelsäure | 8·88 |
| Kohlensäure | 8·60 |
| Kohle und Sand | 12·60 |
| | 101·22. |

Digitized by Google

# Vorträge.

## *Über die constanten Verhältnisse des Wasserstandes der Donau bei Wien.*

Von dem c. M. **Karl Fritsch.**

(Mit I lith. Tafel.)

Vor einiger Zeit habe ich mir erlaubt die Ergebnisse einer Untersuchung „Über die constanten Verhältnisse des Wasserstandes und der Beeisung der Moldau bei Prag, so wie die Ursachen, von welchen dieselben abhängig sind" in einer Abhandlung vorzulegen, welche der Aufnahme in die Sitzungsberichte gewürdiget worden ist[1]). Einer ähnlichen Bearbeitung habe ich nun die Beobachtungen über den Wasserstand der Donau bei Wien, unterzogen, deren Resultate ich hier vorzulegen die Ehre habe. Sie sind aus jenen Beobachtungen genommen worden, welche von Tag zu Tag von Seite des städtischen Bauamtes in der „Wiener Zeitung" veröffentlicht werden.

Wie bekannt, werden diese Beobachtungen an zwei Punkten der Donau, nämlich im Canale am Pegel des Mittelpfeilers der Ferdinandsbrücke und an der grossen Taborbrücke angestellt, wo der Wasserstandsmesser am ersten Joche, in der Nähe des rechten Ufers angebracht ist. Beide Reihen von Beobachtungen gehen bis zum Jahre 1826 zurück, früher wurden nur im Donau-Canale dergleichen Messungen ausgeführt, welche ebenfalls in der Wiener Zeitung publicirt worden sind und wenn ich nicht irre bis zum Jahre 1808 hinaufreichen. Die Resultate der Beobachtungen, welche ich gegenwärtig vorlege, begreifen den Zeitraum von 1826 bis 1854 also 29 Jahre, während welcher die Messungen an beiden Standorten ausgeführt worden sind.

Die Resultate sind in den angeschlossenen Tabellen enthalten, von welchen die erste (Tafel I) den mittleren monatlichen und jährlichen Wasserstand im Donau-Canale für jedes einzelne Jahr sowohl,

---

[1]) M. s. Februarheft 1851 der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe.

Digitized by Google

als im Allgemeinen ersichtlich macht. Die zweite und dritte Tabelle (Tafel II und III) enthält mit derselben Unterscheidung die monatlichen und jährlichen Extreme des Wasserstandes mit Angabe der Tage, an welchen dieselben stattfanden, und zwar sowohl für den Wasserstandsmesser an der grossen Donau als für jenen im Canale. Die letztere Tafel dürfte vollkommen genügen, den mittleren Wasserstand der grossen Donau aus jenem des Canales, wenn es nothwendig sein sollte, zu berechnen.

Um die jährliche Bewegung des Wasserspiegels der Donau besser zu übersehen, als dies möglich ist, wenn man blos die mittleren Stände der einzelnen Monate unter sich vergleicht, habe ich auch noch für Perioden von fünf zu fünf Tagen den mittleren normalen Stand berechnet, und in der vierten (Tafel IV) von den beigeschlossenen Tafeln zusammengestellt.

Über die Eisverhältnisse der Donau besitzen wir, so weit es sich wenigstens um die Chronologie derselben handelt, bisher noch viel zu mangelhafte Angaben, als dass man davon sichere Aufschlüsse erwarten, und es sich der Mühe lohnen könnte, die in den öffentlichen Blättern zerstreuten Notizen zu sammeln und zusammenzustellen. Meine genauen Aufzeichnungen selbst beginnen erst mit den letzten Jahren und beziehen sich meistens nur auf die Beeisung des Donau-Canales, da die grosse Entlegenheit des Hauptstromes einer genauen und unausgesetzten Beobachtung des ganzen Verlaufes der Eisbildung ein schwer zu bewältigendes Hinderniss in den Weg legt. Besser sieht es aus mit der Kenntniss des Processes der Eisbildung auf der Donau, weil hier die von verschiedenen Beobachtern gesammelten Erfahrungen, wenn sie auch nur wenige Jahre umfassen, sich gegenseitig unterstützen können.

Die Vergleichung der Wassermenge des Stromes mit der Menge des Niederschlages zu jeder Zeit des Jahres ist aber wieder jenem Zeitpunkte aufbehalten, bis wir von möglich vielen Stationen des grossen Gebietes, aus welchem die Donau ihre Wasser- Contingente empfängt, die normale Menge des Niederschlages und ihre jährliche Vertheilung kennen und nicht minder genaue Angaben über die Dauer und Mächtigkeit der Schneedecke besitzen werden.

Ich will nun zu den Resultaten der vorliegenden Arbeit übergehen. Betrachtet man die normale jährliche Bewegung des Donauspiegels im Allgemeinen, so ergibt sich eine fortschreitende Erhebung

Digitized by Google

desselben vom November bis in den Juni und ein allmähliches Sinken desselben von da bis wieder in den November. Im letzteren Monate ist der mittlere Wasserstand um 4′ 0″ geringer als im Juni.

Für den Pegel der grossen Donau lässt sich die jährliche Schwankung des mittleren monatlichen Wasserstandes ermitteln, indem man aus der Tafel II die Stände sucht, welche dem mittleren Wasserstande der Donau in den Monaten November und Juni entsprechen. Bei + 1′ 2″ im Canale ist der Wasserstand an der Taborbrücke 0′ 0″, dem Nullpunkte gleich, bei + 5′ 2″ im Canale beträgt der Wasserstand an der Taborbrücke + 3′ 8″. Die jährliche Schwankung ist daher nur wenig von jener im Canale verschieden.

Eine genauere Betrachtung der jährlichen Bewegung des Wasserspiegels der Donau, welche die Zusammenstellung der fünftägigen Mittel des Wasserstandes erlaubt, lehrt, dass die Bewegung nicht so regelmässig erfolgt, wie es die Monatmittel erwarten lassen, vielmehr zeigen sich mannigfaltige Störungen, während der jährlichen Periode der Schwankung, deren weitere Verfolgung von Interesse sein dürfte.

Im November, wo der tiefste mittlere Wasserstand stattfindet; bleibt er nahezu constant; in den darauf folgenden Wintermonaten hingegen, wo er im Allgemeinen im Zunehmen begriffen ist, findet man beträchtliche Schwankungen, welche sich bis um die Mitte März fortsetzen, erst von nun an beginnt das ununterbrochene Steigen der Donau, welches bis um die Mitte Juni fortdauert. Die hierauf eintretende Abnahme des Wasserstandes, welche bis in den November anhält, erleidet nur unbedeutende Unterbrechungen, welche ohne Zweifel durch einzelne beträchtliche Regenfluthen veranlasst worden sind, wie insbesondere in der Periode vom 21. bis 25. August.

Die Schwankungen während der Wintermonate stehen mit der Bildung der Eisdecke und ihrem Aufbruche in Folge von Thau- und Regenfluthen im innigen Zusammenhange. Die erstere Ursache bewirkt eine oft Wochen, selbst Monate lang anhaltende beträchtliche Stauung des Wassers und dauernde Erhöhung des Wasserstandes um mehrere Fuss, die letztere wirkt zwar nur vorübergehend, aber um so nachhaltiger ein, als sie gewöhnlich mit einem sehr hohen Wasserstande in Verbindung steht. Der höhere Wasserstand der Wintermonate December bis Februar im Vergleiche zu jenem des November dürfte vorzugsweise der Stauung des Wassers durch die Eisbildung,

Digitized by Google

die Schwankung während den fünftägigen Perioden des Winters (m. s. Taf. IV) hingegen den plötzlichen Anschwellungen während des Eisganges zuzuschreiben sein. In ersterer Beziehung liefern die Wasserstände des Winters im Jahre 1830 sehr augenfällige Belege. In diesem anhaltend strengen Winter, wo die Zuflüsse der Donau fast nur auf Quellwasser beschränkt blieben, war der mittlere Wasserstand im Canale im Jänner 7′ 7″, im Februar 6′ 2″ über Null, obgleich er beim Eintritte der Beeisung bereits auf 1′ 8″ herabgesunken war. Wie oft der regelmässige Gang der Wasserhöhe durch die Fluthen unterbrochen wird, mit welchen der Eisbruch verbunden ist, kann am besten beurtheilt werden, wenn man die Daten der Maxima des Wasserstandes vergleicht, welche in der Tafel II enthalten sind.

Durch mehrjährige Beobachtungen ist nicht viel zu gewinnen; es ist zwar zu hoffen, dass durch sie die zweite Quelle der Störungen der jährlichen Bewegung des Wasserspiegels beseitiget werden wird, die erste hingegen könnte nur durch eine andere Methode der Messung entfernt werden, wenn man nämlich nicht blos über die Höhe des Wasserstandes, sondern auch über die Area des Wasserprofils und die Stromgeschwindigkeit regelmässige Messungen anstellen, und darnach für eine bestimmte Zeiteinheit das Volum der vorbeifliessenden Wassermenge bestimmen würde.

Aus folgender Tafel ersieht man die grössten und kleinsten mittleren Wasserstände in den einzelnen Monaten.

TAFEL *a*.

**Extreme der mittleren Wasserstände im Donaucanale.**

| | Maximum | | Minimum | | Unterschied |
|---|---|---|---|---|---|
| | Jahr | Stand | Jahr | Stand | |
| Jänner | 1830 | +7′ 7″ | 1842 | —1′ 5″ | 9′ 2″ |
| Februar | 1850 | +7 3 | 1853 | —1 2 | 8 5 |
| März | 1827 | +6 11 | 1832 | —0 11 | 7 10 |
| April | 1845 | +7 8 | 1832 | —0 5 | 8 1 |
| Mai | 1847 | +6 10 | 1832 | 0 0 | 6 10 |
| Juni | 1827 | +8 3 | 1833/34 | +2 1 | 6 1 |
| Juli | 1843 | +8 0 | 1842 | +2 1 | 5 0 |
| August | 1843 | +6 3 | 1835 | +1 1 | 5 2 |
| September | 1851 | +5 11 | 1834 | —0 5 | 6 4 |
| October | 1843 | +4 6 | 1834 | —1 4 | 6 0 |
| November | 1840 | +4 0 | 1834 | —1 2 | 5 2 |
| December | 1833 | +5 10 | 1835 | —1 7 | 7 5 |
| Jahr | 1827 | +4 2 | 1832 | +0 8 | 3 6 |

Digitized by Google

Im Allgemeinen unterliegen sowohl die grössten als kleinsten mittleren Wasserstände der einzelnen Monate einer ähnlichen periodischen Änderung im Laufe des Jahres, welche für die monatlichen Normalmittel ersichtlich gemacht worden ist, doch wird bei den Maximis der mittleren monatlichen Stände der regelmässige Gang in den Winter- und ersten Frühlingsmonaten durch den Process der Beeisung vielfältig gestört. Der beständigste Wasserstand findet in den Monaten Juli und August, dann wieder im November Statt; der unbeständigste in den drei Winter- und den beiden ersten Frühlingsmonaten.

Von den so eben betrachteten Extremen der mittleren Stände sind die mittleren Extreme der einzelnen Monate des Jahres zu unterscheiden, wie sie sich im Durchschnitte aus den Beobachtungen aller Jahre zusammengenommen ergeben.

TAFEL *b*.

**Normalmittel der monatlichen und jährlichen Extreme des Wasserstandes im Donaucanale.**

| | Maximum | Minimum | Unterschied |
|---|---|---|---|
| Jänner | + 4′ 10″ | −0′ 11″ | 5′ 10 |
| Februar | + 5 11 | 0 0 | 5 11 |
| März | + 5 4½ | +0 4½ | 5 0 |
| April | + 5 2½ | +1 10 | 3 4½ |
| Mai | + 6 2 | +2 8 | 3 6 |
| Juni | + 7 5 | +3 5 | 4 0 |
| Juli | + 7 1½ | +2 11 | 4 2½ |
| August | + 6 10½ | +2 3½ | 4 7 |
| September | + 5 4 | +1 3 | 4 1 |
| October | + 3 4 | +0 4 | 3 0 |
| November | + 3 1 | 0 0 | 3. 1 |
| December | + 4 3 | −0 10 | 5 1 |
| Jahr | +10 10 | −1 7½ | 12 5½ |

Da jede von den in dieser Tafel enthaltenen Zahlen das Mittel von 29 Jahren dargestellt, so spricht sich der jährliche Verlauf der Bewegung des Wasserspiegels viel deutlicher aus als in der Tafel *b*. Die mittleren monatlichen Maxima des Wasserstandes erreichen zweimal im Jahre, im Februar und Juni, einen grössten und ebenfalls zweimal, nämlich im April und November, einen kleinsten Werth. Die mittleren Minima, hingegen wachsen vom Jänner bis Juni und nehmen dann wieder fortwährend ab, so dass sie nur einmal einen grössten

Digitized by Google

und kleinsten Werth erreichen. Die monatliche Schwankung erreicht wieder zweimal, nämlich im Februar und August, ein Maximum; zweimal, nämlich im April und October, ein Minimum.

Nicht minder lehrreich und praktisch wichtig sind die in folgender Tafel zusammengestellten Extreme der Extreme, oder die

TAFEL c.

Grenzen der höchsten und tiefsten Wasserstände der Donau im Canale.

| | Höchster Stand | | | | | Tiefster Stand | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Maximum | | Minimum | | Unterschied | Maximum | | Minimum | | Unterschied |
| | Jahr | Stunde | Jahr | Stunde | | Jahr | Stunde | Jahr | Stunde | |
| Jänner . . . | 1849 | +17′4″ | 1845 | —0′2″ | 17′ 6″ | 1848 | —3′ 9″ | 1830 | +5′0″ | 8′ 9″ |
| Februar . . . | 1847 | +14 4 | 1853 | —0 9 | 15 1 | 1853 | —2 2 | 1830 | +3 5 | 5 7 |
| März . . . . | 1830 | +17 0 | 1840 | —0 6 | 17 6 | 1853 | —2 0 | 1827 | +3 6 | 5 6 |
| April . . . . | 1845 | +12 6 | 1832 | +0 5 | 12 11 | 18.. | —0 11 | 1845 | +5 1 | 6 0 |
| Mai . . . . . | 1847 | +10 9 | 1832 | +1 0 | 9 9 | 1832 | —0 11 | 1847 | +5 7 | 6 6 |
| Juni . . . . . | 1829 | +12 3 | 1833 | +3 0 | 9 3 | 1832 | +0 8 | 1845 | +6 0 | 5 4 |
| Juli . . . . . | 1853 | +11 7 | 1842 | +3 5 | 8 2 | 1832 | +0 7 | 1843 | +6 6 | 6 11 |
| August . . . | 1844 | +12 5 | 1835 | +2 5 | 10 0 | 1835 | +0 2 | 1851 | +4 2 | 4 0 |
| September . | 1828 | +10 4 | 1842 | +1 4 | 9 0 | 1834 | —1 11 | 1851 | +4 1 | 6 0 |
| October . . . | 1847 | + 7 9 | 1832 | +0 2 | 7 7 | 1834 | —2 3 | 1844 | +2 6 | 4 9 |
| November . | 1831 | + 8 0 | 1853 | —0 3 | 8 3 | 18.. | —1 9 | 1840 | +2 6 | 4 3 |
| December . | 1837 | +10 8 | 1835 | —0 2 | 10 10 | 1846 | —2 10 | 1836 | +0 9 | 3 7 |
| Jahr. . . . . | 1849 | +17 4 | 1832 | +5 9 | 11 7 | 1846 | —2 10 | 1843 | +0 4 | 3 2 |

Der Grund, aus welchen ich bei den bisher mitgetheilten Ergebnissen nur jene Messungen berücksichtiget habe, welche am Pegel der Ferdinandsbrücke im Donau-Canale ausgeführt worden sind, ist darin zu suchen, dass dieser Zweigstrom der Donau mit dem Leben und Treiben unserer Hauptstadt in einer näheren Beziehung steht und ich Anhaltspunkte zu Vergleichungen mit meinen in neuester Zeit begonnenen Messungen und Beobachtungen zu gewinnen suchte, welche mir meine Verhältnisse nur im Donau-Canale anzustellen erlauben. Um jedoch die bisher für letzteren gewonnenen Resultate auch auf den Pegel an der grossen Taborbrücke reduciren zu können, möge folgende Zusammenstellung der gleichzeitig an beiden Orten angestellten Messungen dienen. Herr Ministerial-Secretär v. Streffleur hat nachgewiesen [1]), dass die Unterschiede benachbarter Pegel

[1]) M. s. dessen Vortrag: „Einiges über Wasserstands- (Pegel-) Beobachtungen und deren Aufzeichnung" in den Sitzungsberichten der mathem.-naturw. Classe, Band VII, S. 745.

Digitized by Google

desselben Stromes keinesweges constant bleiben, wenn die Wasserhöhe sich ändert, sondern mit dieser bald ab, bald zunehmen und selbst auch ihr Zeichen ändern, so dass sie trotz der grossen Verschiedenheit bei manchen Ständen, bei anderen dennoch übereinstimmen. Herr Streffleur hat insbesondere eine solche Nachweisung durch Vergleichung der Wasserstände an der Taborbrücke und im Donau-Canale geliefert und dafür die Ursache erörtert. Es genügt also nicht, die mittleren Stände beider Pegel zu vergleichen, sondern man muss eine solche Vergleichung bei mehreren, möglichst verschiedenen und dennoch eine fortlaufende Reihe bildenden gleichzeitigen Messungen und für alle Abstufungen der Stände vornehmen. Eine solche vergleichende Zusammenstellung der Daten, welche in der Tafel II enthalten sind, ist aus Folgendem ersichtlich:

TAFEL *d*.

**Vergleichung der gleichzeitigen Wasserstände der grossen Donau und des Donau-Canales.**

| | Grosse Donau | Canal | Unterschied |
|---|---|---|---|
| 21. Jänn. 1849* | 7′ 7″ | 17′ 4″ | +9′ 9″ |
| 1. März 1830* | 19 0 | 17 0 | −2 0 |
| M. | — | — | — |
| 19. Febr. 1847* | 8 11 | 14 4 | +5 5 |
| 4. Febr. 1850* | 13 11 | 14 0 | +0 1 |
| M. | — | — | — |
| 3. Febr. 1846* | 8 3 | 12 11 | +4 8 |
| 3. April 1845 | 8 10 | 12 6 | +3 8 |
| 10. Juni 1829 | 8 10 | 12 3 | +3 5 |
| 22. Juni 1853 | 9 1 | 12 0 | +2 11 |
| 2. Aug. 1840 | 8 11 | 12 1 | +3 2 |
| 24. Aug. 1849 | 8 6 | 12 5 | +3 11 |
| M. | 8 10 | 12 3 | +3 5 |
| 2. Jänn. 1834 | 8 0 | 11 1 | +3 1 |
| 28. Febr. 1830* | 15 0 | 11 9 | −3 1 |
| 11. Febr. 1848 | 7 9 | 11 0 | +3 3 |
| 31. März 1845 | 8 0 | 11 10 | +3 10 |
| 5. Juli 1843 | 7 7 | 11 0 | +3 5 |
| 6. Juli 1853 | 8 10 | 11 7 | +2 9 |
| 5. Aug. 1833 | 8 4 | 11 6 | +3 2 |
| 28. Aug. 1846 | 7 10 | 11 3 | +3 5 |
| M | 8 1 | 11 4 | +3 3 |

| | Grosse Donau | Canal | Unterschied |
|---|---|---|---|
| 2. Febr. 1843 | 7′ 4″ | 10′ 9″ | +3′ 5″ |
| 7. März 1831 | 7 10 | 10 5 | +3 7 |
| 30. Mai 1839 | 7 8 | 10 2 | +2 6 |
| 3. Mai 1847 | 7 9 | 10 9 | +3 0 |
| 21. Juni 1826 | 7 7 | 10 6 | +2 11 |
| 11. Juni 1827 | 8 3 | 10 11 | +2 8 |
| 23. Juni 1837 | 7 8 | 10 2 | +2 6 |
| 4. Juni 1845 | 7 5 | 10 9 | +3 4 |
| 31. Juli 1840 | 7 6 | 10 2 | +2 8 |
| 15. Juli 1848 | 7 7 | 10 2 | +2 7 |
| 7. Aug. 1851 | 7 11 | 10 0 | +2 1 |
| 18. Sept. 1828 | 7 11 | 10 4 | +2 5 |
| 29. Dec. 1829* | 5 10 | 10 6 | +4 8 |
| 28. Dec. 1837 | 8 3 | 10 8 | +2 5 |
| M. | 7 8 | 10 5 | +2 9 |
| 25. März 1827 | 6 6 | 9 0 | +2 6 |
| 21. März 1828 | 7 1 | 9 6 | +2 5 |
| 9. März 1838* | 7 10 | 9 2 | +1 4 |
| 19. Mai 1851 | 6 7 | 9 2 | +2 7 |
| 29. Juni 1828 | 7 2 | 9 7 | +2 5 |
| 1. Juni 1839 | 7 3 | 9 8 | +2 5 |
| 31. Aug. 1827 | 7 11 | 9 11 | +2 0 |
| 7. Aug. 1843 | 6 3 | 9 3 | +3 0 |
| M. | 6 11 | 9 5 | +2 6 |



Digitized by Google

| | Grosse Donau | Canal | Unterschied |
|---|---|---|---|
| 23. Juni 1838 | 6′ 3″ | 8′ 2″ | +1′11″ |
| 14. Juni 1843 | 5 10 | 8 7 | +2 9 |
| 1. Juni 1840 | 6 0 | 8 10 | +2 10 |
| 20. Juni 1849 | 5 9 | 8 1 | +2 4 |
| 21. Juni 1850 | 6 4 | 8 9 | +2 5 |
| 3. Juli 1828 | 6 5 | 8 5 | +2 0 |
| 5. Juli 1841 | 5 9 | 8 2 | +2 5 |
| 3. Juli 1847 | 6 3 | 8 6 | +2 3 |
| 25. Aug. 1852 | 6 9 | 8 2 | +1 5 |
| M. | 6 2 | 8 5 | +2 3 |
| 13. Juli 1829 | 6 0 | 7 3 | 1 3 |
| 8. Juli 1830 | 5 8 | 7 1 | 1 5 |
| 25. Juli 1833 | 5 8 | 7 10 | 2 2 |
| 24. Juli 1837 | 5 4 | 7 11 | 2 7 |
| 4. Juli 1839 | 5 3 | 7 4 | 2 1 |
| 23. Juli 1844 | 4 11 | 7 7 | 2 8 |
| 15. Juli 1850 | 5 7 | 7 8 | 2 1 |
| 22. Juli 1851 | 1 10 | 7 5 | 1 7 |
| M. | 5 6 | 7 6 | 2 0 |
| 21. Juli 1827 | 5 5 | 6 10 | 1 5 |
| 3. Juli 1831 | 5 1 | 6 10 | 1 9 |
| 2. Juli 1838 | 4 11 | 6 8 | 1 9 |
| 19. Juli 1845 | 3 10 | 6 4 | 2 6 |
| 30. Juli 1846 | 4 4 | 6 8 | 2 4 |
| 29. Aug. 1828 | 5 3 | 6 6 | 1 3 |
| 9. Aug. 1829 | 5 2 | 6 1 | 0 11 |
| 10. Aug. 1838 | 4 10 | 6 7 | 1 9 |
| 28. Aug. 1841 | 4 1 | 6 1 | 2 0 |
| 25. Aug. 1845 | 4 2 | 6 6 | 2 4 |
| M. | 4 9 | 6 6 | 1 9 |
| 21. Juni 1830 | 4 7 | 5 7 | 1 0 |
| 14. Juni 1845 | 3 3 | 5 8 | 2 5 |
| 12. Juni 1848 | 4 2 | 5 11 | 1 9 |
| 27. Juni 1854 | 4 2 | 5 0 | 0 10 |
| 29. Juli 1826 | 4. 6 | 5 8 | 1 2 |
| 31. Juli 1832 | 4 7 | 5 11 | 1 4 |
| 2. Juli 1835 | 4 1 | 5 6 | 1 5 |
| 1. Juli 1849 | 3 10 | 5 11 | 2 1 |
| 4. Juli 1852 | 4 7 | 5 8 | 1 1 |
| 16. Juli 1854 | 4 4 | 5 6 | 1 2 |
| M. | 4 3 | 5 8 | 1 5 |
| 24. Juni 1832 | 3 6 | 4 5 | 0 11 |
| 22. Juni 1836 | 3 7 | 4 8 | 1 1 |
| 12. Juni 1841 | 2 3 | 4 1 | 1 10 |
| 6. Juni 1842 | 2 4 | 4 2 | 1 10 |
| 1. Juni 1852 | 4 0 | 4 11 | 0 11 |

| | Grosse Donau | Canal | Unterschied |
|---|---|---|---|
| 27. Juli 1834 | 3′ 5″ | 4′ 2″ | 0″ 9″ |
| 24. Aug. 1839 | 3 2 | 4 11 | 1 9 |
| 4. Aug. 1842 | 3 0 | 4 9 | 1 9 |
| M. | 3 2 | 4 6 | 1 4 |
| 22. Mai 1842 | 2 1 | 3 10 | 1 9 |
| 25. Juni 1833 | 2 3 | 3 0 | 0 9 |
| 20. Juni 1834 | 3 1 | 3 6 | 1 5 |
| 1. Juli 1836 | 2 9 | 3 9 | 1 0 |
| 25. Juli 1842 | 1 9 | 3 5 | 1 8 |
| 1. Aug. 1826 | 3 3 | 3 11 | 0 8 |
| 7. Aug. 1834 | 2 9 | 3 2 | 0 5 |
| 23. Aug. 1836 | 2 11 | 3 9 | 0 10 |
| M. | 2 7 | 3 9 | 1 2 |
| 1. Mai 1826 | 0 4 | 2 2 | 1 10 |
| 26. Mai 1831 | 1 11 | 2 1 | 0 2 |
| 1. Mai 1833 | 1 10 | 2 5 | 0 7 |
| 1. Mai 1834 | 2 0 | 2 2 | 0 2 |
| 6. Mai 1835 | 1 10 | 2 4 | 0 6 |
| 8. Mai 1842 | 0 3 | 2 1 | 1 10 |
| 6. Mai 1843 | 0 2 | 2 5 | 2 3 |
| 5. Mai 1845 | 0 5 | 2 11 | 2 6 |
| 11. Mai 1851 | 1 7 | 2 9 | 1 2 |
| M. | 1 2 | 2 5 | 1 3 |
| 5. Juni 1833 | 1 1 | 1 6 | 0 5 |
| 2. Juni 1836 | 1 5 | 1 10 | 0 5 |
| 29. Juni 1842 | —0 6 | 1 4 | 1 10 |
| 1. Juni 1848 | 0 4 | 1 10 | 1 6 |
| 3. Juli 1833 | 1 5 | 1 11 | 0 6 |
| 31. Juli 1836 | 0 11 | 1 5 | 0′ 6 |
| 30. Juli 1828 | 0 5 | 1 8 | 1 3 |
| 3. Juli 1842 | —0 9 | 1 2 | 1 11 |
| M. | 0 6 | 1 7 | 1 1 |
| 16. Mai 1836 | 0 5 | 0 10 | 0 5 |
| 8. Mai 1840 | —0 4 | 0 11 | 1 3 |
| 2. Juni 1832 | 0 5 | 0 8 | 0 3 |
| 5. Juni 1824 | 0 11 | 0 11 | 0 0 |
| 26. Juli 1832 | 0 3 | 0 7 | 0 4 |
| 31. Juli 1835 | 0 7 | 0 10 | 0 3 |
| 23. Aug. 1834 | 0 7 | 0 7 | 0 0 |
| 15. Aug. 1835 | 0 1 | 0 2 | 0 1 |
| 30. Aug. 1842 | —1 6 | 0 7 | 2 1 |
| M. | 0 2 | 0 9 | 0 7 |

Digitized by Google

| | Grosse Donau | Canal | Unterschied |
|---|---|---|---|
| 4. April 1826 | —0′ 3″ | —0′ 1″ | +0′ 2″ |
| 19. April 1832 | —1 5 | —0 11 | +0 6 |
| 1. April 1835 | —0 5 | —0 5 | 0 0 |
| 1. April 1837 | —1 2 | —0 2 | +1 0 |
| 1. April 1853 | —1 10 | —0 11 | +0 11 |
| 1. Mai 1832 | —1 5 | —0 11 | +0 6 |
| 30. Sept. 1834 | —1 9 | —1 11 | —0 2 |
| 24. Sept. 1850 | —1 4 | —0 5 | +0 11 |
| M. | —1 2 | —0 9 | +0 5 |
| 6. März 1832 | —1 11 | —1 5 | +0 6 |
| 3. März 1836 | —1 9 | —1 1 | +0 8 |
| 11. März 1837 | —2 0 | —1 3 | +0 9 |
| 5. März 1854 | —1 8 | —1 0 | +0 8 |
| 30. Sept. 1834 | —1 9 | —11 1 | —0 2 |
| 31. Oct. 1832 | —1 11 | —1 5 | +0 6 |
| 30. Oct. 1836 | —2′ 1″ | —1′ 6″ | +0′ 7″ |
| 5. Oct. 1854 | —1 10 | —1 1 | +0 9 |
| M. | —1 10 | —1 4 | +0 6 |
| 2. Jänn. 1835 | —2 6 | —2 3 | +0 3 |
| 3. Jänn. 1836 | —2 6 | —2 7 | —0 1 |
| 25. Jänn. 1850 | —2 4 | —2 0 | +0 4 |
| 3. Jänn. 1854 | —1 4 | —2 4 | —1 0 |
| 26. Febr. 1836 | —2 3 | —2 1 | +0 2 |
| 12. Febr. 1837 | —2 7 | —2 0 | +0 7 |
| 6. Febr. 1842 | —4 1 | —2 0 | +2 1 |
| 27. Febr. 1843 | —3 0 | —2 2 | +0 10 |
| 1. März 1853 | —3 0 | —2 0 | +1 0 |
| 18. Oct. 1834 | —2 7 | —2 3 | +0 4 |
| M. | —2 7 | —2 2 | +0 5 |

Diese Tafel ist nicht ohne Grund so weitläufig geworden, einerseits sollte sie nämlich dazu dienen, den wahrscheinlichen Fehler der mittleren Differenz der gleichzeitigen Wasserstände beider Pegel nöthigenfalls ermitteln zu können, andererseits die mannigfaltigen Störungen kennen zu lernen, welche auf dieses Verhältniss Einfluss nehmen.

Die Wasserstände über 10 Fuss erscheinen in dieser Tabelle vollständig aufgenommen, die tieferen nur theilweise, um für jede Pegelstufe nahezu gleich viele Daten der Vergleichung zu erhalten. Bis zu drei Fuss über Null herab sind die monatlichen Maxima, bei den tieferen Ständen die monatlichen Minima benützt worden. Die mit einem Sternchen (*) bezeichneten Stände wurden bei der Berechnung des Mittels nicht berücksichtiget.

Man sieht, wie die Differenz der Angaben beider Pegel mit dem Wasserstande steigt und fällt. Bei 12′ im Canale beträgt der Wasserstand an der grossen Taborbrücke kaum 9′, bei Ständen unter dem Nullpunkte stimmen die Angaben bis auf wenige Zolle überein.

Durch eine einfache Interpolation erhält man für folgende Wasserstände im Donau-Canale folgende Höhen der grossen Donau:



Digitized by Google

TAFEL *e.*

| Canal = *C* | Grosse Donau = *D* | *D* — *C* = Δ | Δ, |
|---|---|---|---|
| + 12′ 0″ | + 8′ 7″ | — 3′ 5″ | |
| + 11 0 | + 7 11 | — 3 1 | + 0′ 4″ |
| + 10 0 | + 7 4 | — 2 8 | + 0 5 |
| + 9 0 | + 6 5 | — 2 5 | + 0 3 |
| + 8 0 | + 5 10 | — 2 2 | + 0 3 |
| + 7 0 | + 5 1 | — 1 11 | + 0 3 |
| + 6 0 | + 4 5 | — 1 7 | + 0 4 |
| + 5 0 | + 3 8 | — 1 4 | + 0 3 |
| + 4 0 | + 2 9 | — 1 3 | + 0 1 |
| + 3 0 | + 1 9 | — 1 3 | 0 0 |
| + 2 0 | + 0 10 | — 1 2 | 0 0 |
| + 1 0 | + 0 3 | — 0 9 | + 0 3 |
| 0 0 | — 0 6 | — 0 6 | + 0 3 |
| — 1 0 | — 1 5 | — 0 5 | + 0 1 |
| — 2 0 | — 2 5 | — 0 5 | 0 0 |

Bei Wasserständen im Canale zwischen 11′ bis 5′ über Null ändert sich die Differenz für jeden Fuss Wasserstand ziemlich constant um 3″ bis 4″; eben so verhält es sich bei Ständen zwischen 1′ bis 0′. Bei Ständen zwischen 4′ bis 2′ über, dann 1′ bis 2′ unter Null hingegen bleibt die Differenz nahezu gleich. Die Ursachen dieser Verhältnisse werden sich erst dann ermitteln lassen, wenn die Stromprofile und Geschwindigkeiten für jeden Wasserstand bekannt sein werden. So viel steht wenigstens sicher, dass die erwähnten Unregelmässigkeiten mit der Verengerung oder Erweiterung der Strombette in Folge des geänderten Wasserstandes im innigen Zusammenhange stehen.

### Störungen des Wasserstandes.

Eine andere Quelle der eben erwähnten Unregelmässigkeiten sind die Störungen, welche der Wasserstand durch den Zu- und Abgang der Eisdecke im Winter und durch die in der Nähe der Pegel in den einen oder andern Donau-Arm mündenden Zuflüsse erleidet.

Durch die gehemmte Bewegung des Eises wird bald in dem einen bald in dem andern Arme das Wasser gestauet und gezwungen durch den benachbarten Arm seinen Abzug zu suchen. Eine unverhältnissmässige Erhöhung des Wasserstandes in dem einen, eine entsprechende Vertiefung in dem anderen ist die nothwendige Folge

Digitized by Google

davon. Die in der Tafel *d* mit einem Sternchen bezeichneten Stände liefern auffallende Belege dafür. Zur Zeit des Eisganges am 21. Jänner 1849 z. B. war der Wasserstand im Donau-Canale 17′ 4″ über Null, an der grossen Taborbrücke hingegen nur 7′ 7″. Aus einem ähnlichen Anlasse fand wieder am 1. März 1830 das umgekehrte Verhältniss Statt. Während der Wasserstand im Donau-Canale abermals 17′ 0″ wie im Jahre 1849 betrug, war der Stand an der grossen Taborbrücke 19′ 0″, also um 10′ 5″ höher als im ersten Falle.

Ähnliche, wenn auch weniger auffallende Verhältnisse kommen vor, wenn das Treibeis, welches zu Anfang des Winters die Bildung der Eisdecke einleitet, zum Stehen kommt, und erhalten sich nicht selten während der ganzen Dauer der Eisperiode. Am 15. Februar 1845 z. B. sank der Wasserspiegel an der grossen Taborbrücke bis auf 6′ 1″ unter Null, im Canale nicht unter 1′ 5″, war also hier um 4′ 8″ höher. Fast den ganzen Jänner und Februar hindurch war der Wasserstand im Canale 3′ bis 4′ höher als auf der grossen Donau. Diese Störungen kehren in jedem Winter, falls sich nur eine Eisdecke bildet, mehr oder weniger wieder und prägen sich in den Wasserständen so deutlich aus, dass man beinahe versucht sein könnte, darnach die Dauer der Perioden der Beeisung und ihre Zeitgrenzen für so lange zu bestimmen, als wir keine genaueren Beobachtungs-Daten besitzen.

Eine andere Quelle der Störungen sind die Regen- und Thaufluthen der in den Donau-Canal auf der Strecke zwischen Nussdorf und der Spitelau mündenden Bäche; insbesondere aber des Wienflusses, der auf den Pegel an der Ferdinandsbrücke durch Rückstauung wirkt. Das auffallendste Beispiel bietet die unerhörte Überschwemmung der Wien am 18. Mai 1851, an welchem Tage der Wasserstand im Canale 8′ 0″ über Null erreichte, während am Pegel der grossen Donau nur 2′ 4″ notirt wurden. Nach der Tafel *e* entspricht letzterem ein Stand von 3′ 6″ im Canale, die Stauung durch die angeschwollene Wien bewirkte demnach eine Erhöhung von 4′ 6″. Ähnliche, doch minder beträchtliche Stauungen des Wassers im Donau-Canale durch die in denselben sich ergiessenden Fluthen der Wien können bei jedem Regengusse vorkommen, der eine beträchtlichere Anschwellung dieses Flusses bewirkt. Wahrscheinlich ist dies auch, wenigstens theilweise, die Ursache, dass die Unterschiede der

Digitized by Google

Wasserhöhen beider Donau-Pegel für dieselbe Wasserhöhe des Donau-Canales so verschieden sind, wie man dies aus der Zusammenstellung entnehmen kann, welche die Tafel *d* enthält. Es wäre von Wichtigkeit, die Wasserhöhe der Wien zu kennen, bei welcher diese Stauung beginnt, und das Gesetz nach welcher die letztere mit dem Wasserstande der Wien ab- und zunimmt. Gleichzeitige Wasserstands-Beobachtungen an der Wien und an mehreren Punkten im Donau-Canale, insbesondere auch an solchen, welche ausserhalb dem Bereiche des Stauwassers liegen, könnten Vieles zur Lösung dieser Frage beitragen.

### Bemerkungen über die Beeisung der Donau.

Obgleich ich, wie bereits in dem Früheren erwähnt worden ist, aus Abgang einer hinreichend lange fortgesetzten Reihe genauer Beobachtungen, es noch nicht an der Zeit finde, die constanten Verhältnisse der Beeisung der Donau zu ermitteln, so halte ich dennoch die folgenden Bemerkungen in so fern nicht für überflüssig, als sie Einiges zu einer richtigen Auffassung des Processes der Beeisung und hierdurch zu einer grösseren Vergleichbarkeit der an verschiedenen Orten angestellten Beobachtungen beitragen könnten.

Nach meinen zwar nur zweijährigen, aber fast täglich wiederholten Beobachtungen, welche mir meine in Prag mehrere Jahre hindurch auf der Moldau angestellten Beobachtungen zu ergänzen erlauben, ist der Process der Eisbildung im Allgemeinen folgender. Nach länger dauerndem Froste[1]) werden zuerst die Ufer mit Eiskrusten eingesäumt, welche vorerst nur über seichten Stellen von Tag zu Tag an Breite zunehmen. Diese Eiskrusten bilden sich früher, als das Treibeis anlangt, wie man die Flarden von Eisballen nennt, aus welchen sie zusammengesetzt sind, während letztere aus Eisblumen und diese zuletzt aus Eisnadeln bestehen. Die Eisnadeln sind es, welche sich zuerst zeigen, indem sie sich an der Oberfläche des Stromes bilden und von diesem fortgeführt werden. Von ihnen schiessen in allen Richtungen auf und unter der Oberfläche des Wassers mehr oder weniger fiederspaltige Strahlen aus, deren Complex

[1]) Die Dauer des Frostes und des Temperaturgrades, welche die erste Eisbildung, so wie jede folgende Phase ihrer Entwickelung bedingen, werden sich erst dann ermitteln lassen, bis mehrjährige Beobachtungen vorliegen werden.

Digitized by Google

die Eisblumen bildet. Mehrere Eisblumen frieren zusammen und bilden unter dem Einflusse der Stromwirbel die Eisballen, welche aus ähnlichen Ursachen sich zu Flarden vereinen, die anfangs nur aus lose zusammenhängenden Eisballen bestehen und daher in der Gestalt und Grösse noch sehr verschieden sind, bei fortdauerndem Froste aber compacter werden, und sich durch wechselseitige Reibung abrunden, wie die wulstigen Ränder augenscheinlich zeigen. Durch Ungleichheiten in der Stromgeschwindigkeit werden einzelne Flarden zusammengeschoben, wie die bogenförmigen, schneeartigen Wulste zeigen, welche man an der Oberfläche der grösseren Flarden stets antrifft. Inzwischen gefriert auch das Wasser, welches die Zwischenräume der Eisballen ausfüllt, aus welchen die Flarden bestehen, welche bei fortdauerndem Froste sich vermehren und an einander drängen, so dass der Strom bald bis auf wenige Lücken damit bedeckt ist.

Inzwischen hat das Tafeleis, dessen Bildung von den Ufern ausging, fortwährend an Breite zugenommen und die Oberfläche des Wassers verengt, besonders unterhalb der Stromschnellen, weil sich hier der Strom ausbreitet und eine Gegenströmung veranlasst, welche die Stromgeschwindigkeit vermindert und dadurch die Eisbildung begünstiget, wozu auch noch die geringere Tiefe des Wassers, welche durch den sich hier ablagernden Sand veranlasst wird, Vieles beiträgt.

Langen nun die dicht gedrängten Eisflarden an solchen verengten Profilen an, so setzen sie anfangs durch Reibung einen Theil ihres Inhaltes an beiden Eisufern ab, welche hierdurch einander fortwährend näher rücken. Die Verengerung des Stromwassers nimmt zu, und mit ihr die Bewegung der sich immer dichter drängenden Flarden ab, bis ihre Weiterbewegung ganz aufgehoben ist; sie kommen nun zum Stocken und es bildet sich die erste Eisbrücke, welche dem Weiterzuge des Treibeises einen Damm entgegensetzt. Es staut sich auf und bedeckt successiv eine immer grössere Fläche des Flusses.

Die schnell auf einander folgende Bildung solcher Eisbrücken in verschiedenen Flussprofilen hat offene Wasserspiegel zur Folge welche dann wie stehende Gewässer mit Tafeleis sich bedecken, welches die Eisdecke allmählich bis auf immer kleiner werdende Lücken ergänzt.

Digitized by Google

Im Canale kommt auf diese Weise die Eisdecke in der Regel früher zur Ausbildung als im Hauptstrome, wozu die siebenmal geringere Breite, die stärkere Krümmung und geringere Tiefe des Flussarmes am meisten beitragen. Auch wirkt der am linkenUfer der oberen Mündung des Canales in den Hauptstrom befindliche Sporn, der weit in den Hauptstrom hineindringt und beinahe die Stromlinie erreicht wie ein Eisfänger, und bewirkt, dass mehr Treibeis in den Canal gelangt, als der siebenmal geringeren Wasserfläche entspricht. Die nothwendige Folge davon ist, dass es hier mehr zusammengedrängt wird und leichter zum Stocken gelangt.

Kommt das Treibeis auf der grossen Donau zum Stehen, was wegen der grossen Stromgeschwindigkeit und Wassertiefe erst dann geschieht, wenn es so zusammengeschoben worden ist, dass es stellenweise am Grunde aufsitzt, so wird das Wasser der grossen Donau um mehrere Fuss gestaut, und ergiesst sich in den Canal, dessen Eisdecke, wenn sie keine bedeutende Consistenz erlangt hat, insbesondere, wenn sich die Eisdecke bei niedrigem Wasserstande bildete, bevor der Hauptstrom Treibeis führte, durchbrochen und fortgeführt wird.

Im Donau-Canale hält nun ein mehrere Fuss höherer Wasserstand als früher in so lange an, als sich die Eisdecke der grossen Donau in ihrer Mächtigkeit erhält. Er fällt und steigt mit dem Ab- und Zunehmen derselben.

Mehrjährige Beobachtungen des Freiherrn von Forgatsch [1]), wodurch auch die Ansichten des Herrn Sectionsrathes Haidinger Bestätigung finden „setzen sich beim Erkalten des Wassers die entstandenen Eisnadeln sowohl am Grunde, wie an der Oberfläche der Strömung als Eisballen oder Eisblumen zusammen. Nehmen diese Eisballen, welche sich am Grunde gebildet haben, an Umfang zu, so erheben sich solche leichter wie das Wasser; mit ihnen erhebt sich aber auch das Material des Flusses, an welches sie sich angesetzt und gebildet haben, und erscheint ebenso wie sie an der Oberfläche der Strömung. Durch anhaltenden Frost vergrössern sich diese Eisballen, mit und ohne Grundmaterial, dichten sich immer

[1]) M. s. Beobachtungen über den Eisgang der Donau. Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien. Von W. Haidinger. II. Bd., S. 381, Wien 1847.

Digitized by Google

mehr, gelangen endlich zur Stockung und bilden die Eisdecke des Stromes.

Diese zusammengedrängten Eisballen werden in der Volkssprache Eisdust genannt, und sind nach fünfzehnjährigen Beobachtungen des Freiherrn von Forgatsch von dem grössten Einflusse auf den Donaustrom in der Höhe von Wien. Der zum Stocken gelangte Eisdust schiebt sich in einer Stärke von 6—10 und auch noch viel mehr Schuhen hohen Mächtigkeit zusammen, unter welchem, wie auch Herr Sectionsrath Haidinger bemerkte, die Bildung des Grundeises aufhört. Das Wasser der Oberfläche, welches zwischen dem Eisduste zur Ruhe gelangt, bildet sich nun zu einer festen Eisdecke, welche um so stärker wird, je länger der Frost anhält und je stärker derselbe eintritt, wodurch diese Eisdecke auf dem Eisdust aufliegt und mit demselben verbunden ist."

Der Eisdust, welcher bei der Bildung des Eises der Donau sowohl, als wie schon aus dem bisher Dargestellten hervorgeht, auch bei dem Aufbruche des Eises eine so grosse Rolle spielt, ist nach meiner Meinung als das letzte Product der fortgesetzten Reibung der Eisnadeln, mit welchen die Eisbildung beginnt, anzusehen. Sowie klares Eis seine Durchsichtigkeit und die spiegelnden Flächen in dem Grade verliert, als es zertrümmert wird und einem mehr oder weniger feinkörnigen Schnee-Sande gleicht, so verhält es sich auch mit dem Treibeise der Flüsse, welches bei fortdauernder Reibung der Flarden unter sich und an den Eisufern immer mehr und mehr die blendend weisse Farbe des Schnees annimmt, eine Erscheinung, die ganz analog jener ist, welche der Schnee darbietet, der von heftigen Winden aufgetrieben und an der Oberfläche der Decke fortgeführt wird. Auch an ihm verliert sich dann die krystallinische Beschaffenheit, mit ihr die glitzernden, Licht durchlassenden Flächen, und es bleibt nur eine monotone Reflexion des weissen, in der Atmosphäre zerstreuten Lichtes übrig, welche wir an den bei ruhiger Luft wieder abgelagerten Schneeschichten bemerken.

Über die Enteisung oder den Eisstoss der Donau konnte ich bisher noch nicht hinreichende Beobachtungen sammeln, um meine Ansichten darüber schon gegenwärtig aussprechen zu können, und verweise daher auf die oben citirte Arbeit des Freiherrn von Forgatsch. Gleichwohl halte ich aber die Sache in praktischer Hinsicht für viel zu wichtig, als dass ich mir versagen könnte, die

Digitized by Google

an beiden Pegeln um die Zeit der bedeutendsten Eisgänge angestellten Wasserstands-Beobachtungen hier anzuführen, und zwar in Perioden, welche von dem letzten Minimum des Wasserstandes vor dem Eisgange bis zum ersten Minimum nach dem Aufhören desselben reichen.

TAFEL *f*.

| Tag | Ferdinands-Brücke | Tabor-Brücke | Augarten-Brücke |
|---|---|---|---|
| | 1830 | | |
| 24. Februar | + 6′ 6″ | + 4′ 6″ | . . . |
| 25. „ | + 6 7 | + 4 6 | . . . |
| 26. „ | + 7 3 | + 5 2 | . . . |
| 27. „ | +10 0 | + 7 7 | . . . |
| 28. „ | +11 9 | +15 0 | . . . |
| 1. März | +17 0 | +19 0 | 23′ 6″ |
| 2. „ | +17 0 | . . . | 23 0 |
| 3. „ | +15 3 | . . . | 17 0 |
| 4. „ | +14 5 | . . . | 14 0 |
| 5. „ | +11 9 | . . . | 11 11 |
| 6. „ | + 7 5 | . . . | . . . |
| 7. „ | + 5 2 | + 4 7 | . . . |
| 8. „ | + 4 0 | + 3 7 | . . . |
| 9. „ | + 3 11 | + 2 11 | . . . |
| 10. „ | + 2 5 | + 2 6 | . . . |
| 11. „ | + 2 1 | + 1 10 | . . . |
| 12. „ | + 1 11 | + 1 8 | . . . |
| | 1849 | | |
| 14. Jänner | + 1′ 0″ | + 3′ 2″ | . . . |
| 15. „ | + 2 11 | + 3 5 | . . . |
| 16. „ | + 7 6 | + 6 11 | . . . |
| 17. „ | . . . | . . . | . . . |
| 18. „ | +15 0 | + 6 6 | . . . |
| 19. „ | +14 8 | + 5 11 | . . . |
| 20. „ | +16 8 | + 7 4 | . . . |
| 21. „ | +17 7 | + 7 7 | . . . |
| 22. „ | +16 6 | + 7 0 | . . . |
| 23. „ | +15 6 | + 6 7 | . . . |
| 24. „ | +13 7 | + 4 11 | . . . |
| 25. „ | + 8 6 | + 2 10 | . . . |
| 26. „ | + 5 9 | + 2 10 | . . . |
| 27. „ | + 3 6 | + 1 11 | . . . |
| 28. „ | + 3 4 | + 1 10 | . . . |
| . . . . . | . . . | . . . | . . . |
| . . . . . | . . . | . . . | . . . |
| . . . . . | . . . | . . . | . . . |
| 9. Februar | — 1 8 | — 0 1 | . . . |

Es sind die beiden einzigen Eisgänge während der ganzen Beobachtungsreihe, welche mit einer beträchtlichen Überfluthung

Digitized by Google

der Ufer verbunden waren. Ausser diesen beiden Fällen erreichte der Wasserstand nur noch zweimal eine bedenkliche Höhe, nämlich am 19. Februar 1847 mit 14′ 4″ im Canale, während an der grossen Donau der Stand nur 8′ 11″ betrug, dann am 4. Februar 1850 mit 14′ 0″ im Canale und 13′ 11″ an der grossen Donau. Bei Sommer-Hochwasser haben die Fluthen nie einen höheren Stand als 12′ 3″ und beziehungsweise 8′ 10″ erreicht.

Da die Entscheidung der Frage, ob der Eisstoss, welcher sich bei Nussdorf in Bewegung setzt, leichter durch den Canal als durch den grossen Donau-Arm abgeht, in praktischer Hinsicht sehr wichtig ist, insoferne davon die Grösse des Überschwemmungs-Gebietes abhängig ist, so stelle ich in folgender Tabelle die höchsten Wasserstände, welche zur Zeit des Eisstosses stattfanden, mit den Differenzen beider Pegel zusammen.

TAFEL *g*.

**Maxima der Wasserhöhen beim Eisstosse.**

| Datum | Canal | Grosse Donau | Unterschied |
|---|---|---|---|
| 21. Jänner . . . . . 1849 | 17′ 4″ | 7′ 7″ | +9′ 9″ |
| 1. März . . . . . 1830 | 17 0 | 19 0 | —2 0 |
| 19. Februar . . . . . 1847 | 14 4 | 8 11 | +5 5 |
| 4. „ . . . . . 1850 | 14 0 | 13 11 | +0 1 |
| 3. „ . . . . . 1846 | 12 11 | 8 3 | +4 8 |
| 5. April . . . . . 1845 | 12 6 | 8 10 | +3 8 |
| 31. März . . . . . 1845 | 11 10 | 8 0 | +3 10 |
| 2. Jänner . . . . . 1834 | 11 1 | 8 0 | +3 1 |
| 11. Februar . . . . . 1848 | 11 0 | 7 9 | +3 3 |
| 2. „ . . . . . 1843 | 10 9 | 7 4 | +3 5 |
| 28. December . . . . . 1837 | 10 8 | 8 3 | +2 5 |
| 29. „ . . . . . 1829 | 10 6 | 5 10 | +4 8 |
| 7. März . . . . . 1831 | 10 5 | 7 10 | +3 7 |

Ich habe hier alle bedeutenden Wasserhöhen, welche während der Wintermonate vorgekommen sind, zusammengestellt, ohne ganz sicher zu sein, ob alle derselben mit Eisgängen in Verbindung standen; um mehrere Daten zur Vergleichung und Ableitung einer Regel zu erhalten. Die Differenzen der Wasserstände beider Pegel bedürfen aber vorerst noch einer Correction, indem die constante Differenz davon abzuziehen ist, welche man erhält, wenn man die Wasserstände bei verschiedenen Pegelständen im Sommer vergleicht, wo Störungen durch den Eisgang nicht vorkommen. Diese constanten Unterschiede

Digitized by Google

enthält die Tafel *e* bis zu Wasserhöhen von 12′ im Canale. Nimmt man die Regel, dass bei Wasserständen von 5 bis 12′ im Canale der Unterschied beider Pegel für jeden Fuss Wasserhöhe um 3 bis 4″ mit der Wasserhöhe zu- und abnimmt, so erhält man für Wasserhöhen im Canale von mehr als 12′ folgende Wasserstände auf der grossen Donau.

TAFEL *h*.

| Canal | Grosse Donau | Unterschied |
|---|---|---|
| 12′ 0″ | 8′ 7″ | 3′ 5″ |
| 13 0 | 9 3 | 3 9 |
| 14 0 | 10 0 | 4 0 |
| 15 0 | 10 8 | 4 4 |
| 16 0 | 11 5 | 4 7 |
| 17 0 | 12 1 | 4 11 |

Werden nun mit Hilfe der beiden Tafeln *e* und *h* die Wasserhöhen an der grossen Donaubrücke verbessert, so erhält man folgende Unterschiede, welche mit den wirklich stattgehabten in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

TAFEL *i*.

| | Normaler Unterschied | Wirklicher Unterschied | Differenz |
|---|---|---|---|
| 21. Jänner . . . . . 1849 | +5′ 0″ | +9′ 9″ | +4′ 9″ |
| 1. März . . . . . 1830 | +4 11 | −2 0 | −6 11 |
| 19. Februar . . . . . 1847 | +5 5 | +4 1 | −1 4 |
| 4. „ . . . . . 1850 | +0 1 | +4 0 | +3 11 |
| 3. „ . . . . . 1846 | +4 8 | +3 9 | −0 11 |
| 5. April . . . . . 1845 | +3 8 | +3 7 | −0 1 |
| 31. März . . . . . 1845 | +3 10 | +3 4 | −0 6 |
| 2. Jänner . . . . . 1834 | +3 1 | +3 1 | 0 0 |
| 11. Februar . . . . . 1848 | +3 3 | +3 1 | −0 2 |
| 2. Februar . . . . . 1843 | +3 5 | +3 0 | −0 5 |
| 28. December . . . . . 1837 | +2 5 | +2 11 | +0 6 |
| 29. „ . . . . . 1829 | +4 8 | +2 10 | −1 10 |
| 7. März . . . . . 1831 | +3 7 | +2 10 | −0 9 |

Beträchtliche Störungen des normalen Verhältnisses der Wasserstände beider Pegel kommen demnach nur bei sehr bedeutenden Eisgängen, welche mit einer Überfluthung der Ufer in Verbindung stehen, vor. Eine bestimmte Regel stellt sich nicht heraus, es scheint der Eisstoss bald durch den grossen, bald durch den kleinen Donau-Arm

Digitized by Google

seinen Abzug zu nehmen. Eine nähere Aufklärung hierüber ist nur durch oft wiederholte Beobachtungen von der Zukunft zu erlangen.

Schliesslich füge ich noch bei ein Verzeichniss der

## Eisgänge und Ergiessungen der Donau nächst Wien seit dem 12. Jahrhunderte.

(„Presse" Nr. 32 vom Jahre 1854.)

Die grössten Überschwemmungen, wobei der Strom gewöhnlich jedesmal eine andere Richtung genommen hat, hatten die Niederungen zu leiden 1118, 1126, 1172, 1193 und 1195.

1210 fand die Stadt Klosterneuburg, welche mit dem heutigen Klosterneuburg durch eine Brücke verbunden war, in den Fluthen ihren Untergang.

1295. Eben so ein in der Nähe des heutigen Spitz bei Floridsdorf gelegener Ort.

1402 schwoll der Ister durch anhaltende Regengüsse so mächtig an, dass das Flussbeet über eine Meile Breite einnahm. Im „Werd" (Leopoldstadt) ragten kaum noch die Dächer der Häuser und die Kronen der Bäume über die Fluth empor. Die Überschwemmung dauerte 10 Tage.

1405 und 1490 ähnliche.

1501 noch heftiger und verheerender.

1520, 1527, 1570, 1572, 1573 nicht viel milder.

1473 dagegen so niedriger Wasserstand, dass die Verbindung der entgegengesetzten Ufer kaum der Hilfsmittel der Kunst benöthigte.

1617 der untere „Werd" (Leopoldstadt) fast ganz unter Wasser. Bis 1635 alljährlich starke Eisgänge, welche die Ufer des Donau-Canales sehr beschädigten.

1647, 1648, 1651, besonders aber 1658 durch Überschwemmungen furchtbar; die Schlagbrücke und auch die grosse Donaubrücke wurden weggerissen. 1661 stand das Wasser mit der Schlagbrücke gleich.

1670 wurden die Jägerzeile und der Prater ganz überschwemmt durch die Donau, welche durch den hochangeschwollenen Wienfluss aus ihren Ufern getrieben wurde.

1677. Der Eisgang verursachte grossen Schaden.

1708 fiel zur Winterzeit so dichter Schnee, dass einige kleine Häuser in der Leopoldstadt eingedrückt wurden. Eine Folge davon war ein zerstörender Eisgang und grosse Überschwemmung.

Digitized by Google

Ebenso 1709, 1716, 1770 und 1771.

1775 riss der Eisgang die Schlagbrücke nieder und wurden die Ufer überschwemmt.

1778. Der Winter war so reich an Schnee, dass die Menschen kaum aus den Häusern gehen konnten.

1784 verursachte der Eisgang eine ungeheure Verwüstung nach einem strengen Winter mit häufigem Schneefall. Die Ufergegenden standen vom 24. Februar bis 7. März unter Wasser.

1785, 1787 und 1799 nicht minder starke Überschwemmungen.

1809 bleibend hoher Wasserstand.

1830, 1. März, Jammerscenen.

1847, 1849 und 1850 hatten die niedrig gelegenen Vorstädte durch Überschwemmungen zu leiden.

## Vergleichung der jährlichen Bewegung des Wasserspiegels der Donau bei Wien mit jener des Rheins bei Cöln und der Elbe bei Magdeburg.

Ein besonderes Interesse gewährt die Vergleichung der Bewegung des Wasserspiegels benachbarter Ströme, deren Gebiete ganz oder theilweise in klimatischer Hinsicht einander ähnlich sind, wie das Gebiet der Donau auf ihrem Laufe bis Wien, jenes des Rheins auf seinem Laufe bis Cöln und der Elbe auf ihrem Wege bis Magdeburg.

In folgender Tabelle stelle ich zuerst die mittleren Stände dieser drei Ströme für die einzelnen Monate des Jahres zusammen.

TAFEL *k*.

| | Donau | Rhein [1]) | Elbe [2]) |
|---|---|---|---|
| Jänner . . . . . | +1′ 7″ | 10′ 2″ | 8′ 6″ |
| Februar . . . . . | 2 5 | 10 5 | 9 4 |
| März . . . . . | 2 6 | 10 6 | 10 6 |
| April . . . . . | 3 5 | 8 9 | 10 3 |

[1]) M. s. allgemeine Länder- und Völkerkunde von Berghaus. Stuttgart 1837. Band II, Seite 265. Mittel der Jahre 1782—1836. Die Höhen wahrscheinlich in rheinischem Fussmasse $a = 0{\cdot}993$ Wiener Fuss.

[2]) M. s. a. a. O., S. 292. Mittel der Jahre 1731—1830. Die Höhe in preussischem Fussmasse $a = 0{\cdot}980$ Wiener Fuss.

Digitized by Google

| | Donau | Rhein | Elbe |
|---|---|---|---|
| Mai | + 4′ 3″ | 8′ 7″ | 8′ 7″ |
| Juni | 5 2 | 9 2 | 7 5 |
| Juli | 4 5 | 9 8 | 7 1 |
| August | 3 10 | 8 8 | 6 8 |
| September | 2 7 | 7 11 | 6 6 |
| October | 1 7 | 7 4 | 6 8 |
| November | 1 2 | 7 8 | 7 0 |
| December | 1 4 | 9 9 | 8 0 |
| Jahr | 2 10 | 9 1 | 8 0 |

## TAFEL *l*.

### Mittlere Extreme des Wasserstandes.

| | Donau | | Rhein [1]) | | Elbe [2]) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Maximum | Minimum | Maximum | Minimum | Maximum | Minimum |
| Jänner | 4′ 10″ | —0′ 11″ | 15′ 7″ | 5′ 8″ | 8′ 10″ | 4′ 7″ |
| Februar | 5 11 | 0 0 | 15 11 | 6 8 | 10 5 | 5 3 |
| März | 5 4 | +0 4 | 15 7 | 7 0 | 11 11 | 6 5 |
| April | 5 2 | +1 10 | 11 9 | 6 11 | 11 4 | 7 1 |
| Mai | 6 2 | +2 8 | 11 4 | 5 3 | 8 11 | 5 4 |
| Juni | 7 5 | +3 5 | 11 7 | 5 8 | 8 0 | 4 6 |
| Juli | 7 1 | +2 11 | 11 11 | 6 2 | 7 4 | 4 6 |
| August | 6 10 | +2 3 | 10 9 | 5 6 | 6 10 | 4 2 |
| September | 5 4 | +1 3 | 10 1 | 6 4 | 7 0 | 4 4 |
| October | 3 4 | +0 4 | 10 2 | 5 8 | 6 1 | 4 3 |
| November | 3 1 | 0 0 | 11 8 | 5 10 | 6 8 | 4 4 |
| December | 4 3 | —0 10 | 14 11 | 5 10 | 8 1 | 4 4 |

Die in der Tafel *k* enthaltenen Daten habe ich zu einer graphischen Darstelluug benützt, um die jährliche Bewegung des Wasserspiegels der drei Ströme besser zu veranschaulichen. Über die Einrichtung des graphischen Tableaus enthält letzteres selbst die nöthigen Bemerkungen. Man sieht sogleich, dass trotz der Ähnlichkeit der Wasserstands-Curven jeder von den drei Strömen seine Eigenthümlichkeiten hat.

---

[1]) M. s. a. a. O., S. 269.

[2]) M. s. a. a. O., S. 302.

Digitized by Google

Bei der Elbe verschwindet bereits das zweite Maximum des Wasserstandes (Sommerwasser), welches am Rhein im Juli und noch mehr auf der Donau im Juni hervortritt. Das zweite Minimum fällt übereinstimmend in den Herbst, bei der Elbe in den Monat September, beim Rhein in October, auf der Donau erst in den November. Der Process der Beeisung und Enteisung im Winter bewirkt auf allen drei Strömen ein zweites Maximum des Wasserstandes, welches am auffallendsten an der Elbe hervortritt und sich hier zum jährlichen Extrem steigert, während es an der Donau-Curve nur angedeutet erscheint. Auch am Rhein überwiegt das Winterwasser noch das Sommerwasser. Alle diese Verhältnisse finden in der Oberflächengestalt und Erhebung der Gebiete, aus welchen die einzelnen Ströme ihren Wasserschatz beziehen, die Erklärung, insoferne die jährliche Vertheilung der Niederschläge und insbesondere die Dauer und Mächtigkeit der Schneedecke dadurch bedingt ist. Ein genaueres Studium dieser Verhältnisse, welche ich hier nur andeuten konnte, behalte ich dem Zeitpunkte vor, bis wir über die erwähnten meteorologischen Bedingungen hinreichend genaue und sich auf den grössten Theil des Donau-Gebietes beziehende Daten besitzen werden.

Digitized by Google

TAFEL I.

Mittlerer, monatlicher und jährlicher Wasserstand der Donau im Canale am Pegel der Ferdinandsbrücke, ausgedrückt durch Wiener Fuss und Zoll.

| | Jänner | Februar | März | April | Mai | Juni | Juli | August | September | October | November | December | Jahresmittel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1826 | +0′ 1″ | +3′ 6″ | +1′ 2″ | +0′ 8″ | +4′ 3″ | +6′ 9″ | +4′ 4″ | +2′ 7″ | +1′ 1″ | +0′ 6″ | +0′ 8″ | +1′ 5″ | +2′ 3″ |
| 1827 | +1 8 | +1 2 | +6 11 | +5 8 | +6 4 | +8 3 | +4 9 | +4 5 | +3 1 | +0 9 | +3 3 | +4 4 | +4 2 |
| 1828 | +3 9 | +2 10 | +4 10 | +5 5 | +4 11 | +5 4 | +5 1 | +4 11 | +5 8 | +2 10 | +0 9 | +1 9 | +4 0 |
| 1829 | +0 8 | +4 5 | +2 3 | +4 3 | +4 3 | +7 3 | +4 11 | +3 7 | +4 1 | +3 1 | +2 6 | +2 8 | +3 8 |
| 1830 | +7 7 | +6 2 | +6 4 | +5 8 | +4 7 | +4 1 | +5 2 | +3 1 | +3 6 | +2 5 | +0 9 | −0 6 | +4 1 |
| 1831 | −1 3 | +0 11 | +6 3 | +3 3 | +3 1 | +5 10 | +5 2 | +4 6 | +3 11 | +0 2 | +2 2 | +2 3 | +3 0 |
| 1832 | +0 11 | −0 7 | −0 11 | −0 5 | 0 0 | +2 5 | +2 3 | +2 10 | +1 1 | −0 8 | +0 6 | +0 8 | +0 8 |
| 1833 | −0 7 | +0 8 | +0 2 | +2 0 | +3 10 | +2 1 | +4 10 | +5 8 | +4 2 | +1 10 | +0 11 | +5 10 | +2 7 |
| 1834 | +7 1 | +2 0 | +0 9 | +0 10 | +4 5 | +2 1 | +2 10 | +1 7 | −0 5 | −1 4 | −1 2 | −1 4 | +1 5 |
| 1835 | −0 5 | +0 6 | +0 8 | +2 3 | +4 11 | +3 9 | +2 6 | +1 1 | +2 5 | +1 6 | +0 7 | −1 7 | +1 6 |
| 1836 | +0 7 | +1 3 | +4 0 | +3 0 | +2 2 | +3 6 | +2 6 | +1 11 | +1 1 | −0 5 | −0 3 | +4 4 | +2 0 |
| 1837 | +0 8 | −0 5 | 0 0 | +0 5 | +5 1 | +7 1 | +4 10 | +3 2 | +3 5 | +0 6 | +2 4 | +2 9 | +2 6 |
| 1838 | +2 5 | +2 4 | +4 6 | +3 0 | +4 9 | +6 3 | +3 10 | +2 11 | +2 5 | +0 9 | +0 11 | 0 0 | +2 10 |
| 1839 | +1 3 | +1 10 | +2 3 | +3 4 | +6 4 | +7 1 | +4 6 | +3 2 | +3 1 | +0 3 | −0 5 | +0 10 | +2 10 |
| 1840 | +1 11 | +1 8 | −0 8 | +1 1 | +2 1 | +4 5 | +4 9 | +6 0 | +3 10 | +2 9 | +4 0 | +1 2 | +2 9 |
| 1841 | +1 6 | +4 9 | +5 7 | +2 8 | +2 8 | +3 2 | +5 0 | +3 4 | +2 3 | +2 1 | 0 0 | +1 6 | +2 10 |
| 1842 | −1 5 | +1 6 | +2 11 | +3 5 | +2 11 | +2 7 | +2 1 | +1 10 | +0 10 | +0 5 | +1 1 | +0 6 | +1 7 |
| 1843 | +3 8 | +4 4 | +2 0 | +2 6 | +4 8 | +6 4 | +8 0 | +6 3 | +2 1 | +4 6 | +1 11 | +2 0 | +4 0 |
| 1844 | −0 3 | −0 3 | +4 0 | +5 11 | +4 11 | +5 7 | +5 6 | +5 2 | +4 1 | +3 5 | +2 10 | −0 1 | +3 5 |
| 1845 | −0 7 | +0 4 | +3 9 | +7 8 | +4 11 | +7 9 | +4 9 | +4 8 | +2 3 | +3 4 | +0 5 | +2 2 | +3 5 |
| 1846 | +2 10 | +6 6 | +4 3 | +4 8 | +5 4 | +4 6 | +5 0 | +5 0 | +3 1 | +1 5 | +0 2 | +0 4 | +3 7 |
| 1847 | +1 1 | +6 8 | +0 9 | +5 2 | +6 10 | +5 3 | +5 1 | +4 2 | +4 4 | +3 8 | +2 0 | +0 5 | +3 9 |
| 1848 | +0 7 | +4 5 | +2 3 | +2 6 | +1 7 | +3 2 | +5 7 | +3 9 | +1 11 | +1 10 | +1 8 | +0 3 | +2 5 |
| 1849 | +5 7 | +1 9 | +1 10 | +3 5 | +5 11 | +6 9 | +3 3 | +4 3 | +2 1 | +1 4 | +0 3 | +1 5 | +3 2 |
| 1850 | −0 5 | +7 3 | +2 10 | +4 10 | +5 0 | +6 11 | +5 11 | +3 6 | +0 9 | +3 7 | +3 10 | +1 8 | +3 10 |
| 1851 | +1 4 | −0 3 | +1 8 | +5 5 | +5 3 | +5 11 | +5 6 | +6 0 | +5 11 | +3 3 | +2 3 | +2 2 | +3 8 |
| 1852 | +1 10 | +4 1 | +1 4 | +2 9 | +3 1 | +3 8 | +3 5 | +4 2 | +3 3 | +1 11 | +1 3 | +0 1 | +2 7 |
| 1853 | −0 6 | −1 2 | −0 6 | +5 2 | +5 9 | +7 5 | +7 1 | +3 9 | +1 10 | +0 8 | −0 7 | −1 3 | +2 4 |
| 1854 | +2 9 | +1 8 | +1 1 | +2 6 | +2 9 | +3 7 | +3 9 | +3 10 | +0 5 | −0 6 | 0 0 | +3 2 | +2 1 |
| M. | +1′ 7″ | +2′ 5″ | +2′ 6″ | +3′ 5″ | +4′ 3″ | +5′ 2″ | +4′ 5″ | +3′ 10″ | +2′ 7″ | +1′ 7″ | +1′ 2″ | +1′ 4″ | +2′ 10″ |

Digitized by Google

# TAFEL II.

## Maxima und Minima des Wasserstandes der Donau und des Donau-Canales.

| Jahr | Jänner | | | | | | | | Februar | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tag | Max. | Tag | Max. | Tag | Min. | Tag | Min. | Tag | Max. | Tag | Max. | Tag | Min. | Tag | Min. |
| | Donau | | Canal | | Donau | | Canal | | Donau | | Canal | | Donau | | Canal | |
| 1826 | | | 26.29 | + 3′ 5 | | | 13-21 | — 1′ 5 | | | 26 | + 5′ 10 | | | 6.17 | + 2′ 8 |
| 1827 | 14 | + 4′ 0 | 14 | + 5 0 | 1.9 | — 0′ 1 | 31 | — 0 1 | 25 | + 4′ 9 | 25 | + 4 11 | 10 | — 0′ 7 | 9.10 | — 0 9 |
| 1828 | 1.7 | + 6 0 | 17 | + 7 10 | 12 | + 1 5 | 12 | + 1 1 | 5*8 | + 4 4 | 7 | + 6 0 | 23 | + 1 0 | 22.23 | + 1 2 |
| 1829 | 31 | + 5 3 | 31 | + 5 0 | 23 | — 0 10 | 22-23 | — 1 2 | 2.3 | + 5 9 | 3 | + 6 3 | 14 | + 2 8 | 14 | + 2 9 |
| 1830 | 11.12 | + 4 11 | 1 | + 9 2 | 30.31 | + 3 4 | 31 | + 5 0 | 28 | +15 0 | 28 | +11 9 | 5.6 | + 2 4 | 6.8 | + 3 5 |
| 1831 | 5-7 | — 0 7 | 6.7 | — 0 5 | 12.31 | — 1 11 | 12*21 | — 1 9 | 17 | + 3 6 | 17 | + 4 6 | 3 | — 2 11 | 2.3 | — 1 10 |
| 1832 | 14.15 | + 4 3 | 14.15 | + 5 9 | 8 | — 1 1 | 11 | — 1 10 | 10.11 | — 0 2 | 9-11 | + 0 1 | 26-29 | — 1 8 | 17 | — 1 6 |
| 1833 | 22 | + 0 0 | 18 | + 0 8 | 10 | — 3 4 | 9.10 | — 1 9 | 10 | + 4 11 | 16.17 | + 1 9 | 27 | — 0 7 | 26 | + 0 $\frac{1}{2}$ |
| 1834 | 2 | + 8 0 | 2 | +11 1 | 18 | + 2 6 | 18.19 | + 3 6 | 1 | + 4 11 | 1 | + 6 3 | 28 | + 0 5 | 28 | + 0 6 |
| 1835 | 15 | + 1 1 | 14-16 | + 1 4 | 2 | — 2 6 | 1.2 | — 2 3 | 10 | + 0 11 | 11 | + 1 3 | 5 | — 1 5 | 5 | — 1 6 |
| 1836 | 8.14 | + 4 10 | 21 | + 2 10 | 3 | — 2 6 | 3 | — 2 7 | 8 | + 6 9 | 8 | + 6 0 | 26.27 | — 2 3 | 26 | — 2 1 |
| 1837 | 31 | + 0 5 | 31 | + 1 1 | 5*25 | — 1 4 | 5 | — 1 3 | 1.26 | + 0 3 | 1.26 | + 0 11 | 12 | — 2 7 | 12 | — 2 0 |
| 1838 | 1 | + 4 1 | 1 | + 5 9 | 13 | — 1 4 | 13 | — 1 1 | 1 | + 2 2 | 1 | + 3 5 | 23 | + 0 2 | 23 | + 1 1 |
| 1839 | 17 | + 3 5 | 17 | + 5 0 | 3.6 | — 2 10 | 2-4 | — 1 6 | 26 | + 6 4 | 26 | + 8 3 | 6 | — 2 3 | 6 | — 1 8 |
| 1840 | 1 | + 3 4 | 1 | + 5 2 | 18 | — 2 11 | 17.18 | — 1 10 | 11 | + 2 3 | 11.12 | + 3 11 | 26*29 | — 2 1 | 26 | — 1 2 |
| 1841 | 26 | + 6 4 | 26 | + 4 2 | 12.13 | + 2 9 | 12.13 | + 0 1 | 23-27 | + 7 0 | 26 | + 8 3 | 8.9 | + 2 0 | 1 | + 1 10 |
| 1842 | 1 | — 1 10 | 1.4 | + 0 3 | 15-17 | — 4 6 | 28 | — 2 2 | 18.20 | + 0 9 | 9 | + 4 7 | 5.6 | — 4 1 | 1.6 | — 2 0 |
| 1843 | 31 | + 6 6 | 31 | + 9 7 | 27 | — 2 4 | 27 | + 0 4 | 1.2 | + 7 4 | 2 | +10 9 | 19 | — 0 10 | 19.20 | + 1 10 |
| 1844 | 10 | — 1 1 | 10 | + 1 5 | 18 | — 4 8 | 18 | — 1 6 | 29 | — 0 1 | 29 | + 2 3 | 22.23 | — 3 8 | 8 | — 1 4 |
| 1845 | 7.8 | — 3 2 | 5-8 | — 0 2 | 26*31 | — 4 4 | 2 | — 1 0 | 27 | + 1 1 | 20 | + 4 1 | 15 | — 6 1 | 17 | — 1 10 |
| 1846 | 28 | + 5 9 | 28 | + 8 7 | 19*23 | — 2 6 | 19*23 | + 0 3 | 3 | + 8 3 | 3 | +12 1 | 26 | + 0 4 | 27 | + 3 2 |
| 1847 | 29 | + 3 6 | 25 | + 4 7 | 16 | — 4 7 | 5 | — 2 2 | 19 | + 8 11 | 19 | +14 4 | 14 | + 0 4 | 14 | + 2 3 |
| 1848 | 25 | + 1 8 | 31 | + 5 3 | 9-11 | — 3 11 | 20 | — 3 9 | 13 | + 7 9 | 11 | +11 0 | 24 | — 1 4 | 23-24 | + 0 7 |
| 1849 | 21 | + 7 7 | 21 | +17 4 | 1 | — 3 2 | 1 | — 1 2 | 27 | + 2 11 | 27 | + 4 6 | 7 | — 1 8 | 7 | — 0 1 |
| 1850 | 31 | + 2 2 | 27 | + 4 0 | 24 | — 2 4 | 25 | — 2 0 | 4 | +13 11 | 4 | +14 0 | 17.24 | + 3 2 | 1 | — 0 10 |
| 1851 | 3 | + 4 1 | 3 | + 5 5 | 30 | — 1 5 | 30 | — 0 4 | 8-11 | — 0 10 | 16 | + 0 4 | 20.28 | — 2 0 | 19*28 | — 0 8 |
| 1852 | 19 | + 5 3 | 19 | + 6 9 | 9.10 | — 1 7 | 6*10 | — 0 9 | 8 | + 6 11 | 8 | + 8 10 | 29 | + 0 9 | 29 | + 2 0 |
| 1853 | 18.19 | — 0 11 | 20 | 0 0 | 9-12 | — 2 2 | 10 | — 1 0 | 6 | — 1 7 | 5-7 | — 0 9 | 27.28 | — 3 0 | 27 | — 2 2 |
| 1854 | 13.14 | + 1 5 | 10.14 | + 3 11 | 3 | — 1 4 | 3 | — 2 4 | 8.9 | + 5 6 | 9 | + 6 10 | 24 | — 1 8 | 24 | — 1 1 |
| | | + 3′ 1 | | + 4′ 10 | | — 1′ 9 | | — 0′ 11 | | + 4′ 7 | | + 5′ 11 | | — 1′ 0 | | 0′ 0 |

NB. Ein (*) zwischen 2 Tagen bedeutet, dass das Maximum oder Minimum auch noch in den Zwischenzeit nachem

Ein (.) zwischen 2 Tagen bedeutet das Wort „und".

Digitized by Google

| Jahr | März | | | | | | | | April | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tag | Max. Donau | Tag | Max. Canal | Tag | Min. Donau | Tag | Min. Canal | Tag | Max. Donau | Tag | Max. Canal | Tag | Min. Donau | Tag | Min. Canal |
| 1826 | | | 1 | + 3′ 3 | | | 28.30 | + 0′ 1 | 13*20 | + 1 3 | 13.30 | + 1′ 5 | 4 | — 0′ 3 | 4*26 | — 0 1 |
| 1827 | 25 | + 6′ 6 | 25 | + 9 0 | 23 | + 4′ 2 | 2 | + 3 6 | 26.27 | + 5 3 | 27 | + 7 2 | 4 | + 3 4 | 4 | + 4 7 |
| 1828 | 21 | + 7 1 | 21 | + 9 6 | 1 | + 1 9 | 10.11 | + 2 3 | 23.24 | + 5 5 | 24 | + 7 8 | 11.12 | + 3 1 | 11 | + 3 11 |
| 1829 | 3 | + 5 7 | 3 | + 5 8 | 12.13 | — 0 4 | 12 | — 0 5 | 19 | + 5 9 | 19 | + 7 7 | 15.16 | + 2 5 | 16 | + 2 9 |
| 1830 | 1 | +19 0 | 1.2 | +17 0 | 12 | + 1 8 | 12 | + 1 11 | 23 | + 6 2 | 23 | + 8 0 | 5.6 | + 3 4 | 6 | + 4 3 |
| 1831 | 7 | + 7 10 | 7 | +10 5 | 1 | 0 0 | 1 | + 0 1 | 29 | + 3 1 | 29 | + 3 9 | 26 | + 2 0 | 26 | + 2 3 |
| 1832 | 27 | — 0 2 | 27 | + 0 3 | 6-11 | — 1 11 | 6-9 | — 1 5 | 8 | 0 0 | 8.9 | + 0 5 | 18.19 | — 1 5 | 19 | — 0 11 |
| 1833 | 4.5 | + 0 1 | 2 | + 1 4 | 28 | — 1 1 | 28-30 | — 0 4 | 8.21 | + 2 6 | 20 | + 3. 3 | 1 | — 0 6 | 1.2 | + 0 1 |
| 1834 | 26 | + 1 8 | 26 | + 1 11 | 24 | — 0 4 | 24 | — 0 3 | 30 | + 1 8 | 30 | + 1 9 | 17.18 | + 0 1 | 17-20 | + 0 1 |
| 1835 | 21 | + 1 10 | 21 | + 2 3 | 31 | — 0 5 | 31 | — 0 4 | 7.8 | + 2 10 | 7 | + 3 7 | 1 | — 0 5 | 1 | — 0 5 |
| 1836 | 11 | + 5 9 | 11 | + 8 0 | 4 | — 1 9 | 3 | — 1 1 | 15 | + 3 9 | 15 | + 5 4 | 24 | + 1 0 | 14 | + 2 2 |
| 1837 | 20 | + 1 0 | 21 | + 1 9 | 11.12 | — 2 0 | 11-13 | — 1 3 | 30 | + 0 10 | 30 | + 1 6 | 1 | — 1 2 | 1.2 | — 0 2 |
| 1838 | 9 | + 7 10 | 9 | + 9 2 | 15 | + 1 4 | 5 | + 1 11 | 12 | + 3 1 | 12 | + 4 6 | 27 | + 0 6 | 26.27 | + 1 9 |
| 1839 | 1 | + 4 2 | 1 | + 5 10 | 19.20 | — 1 3 | 19.20 | + 0 4 | 1 | + 3 9 | 28 | + 5 4 | 15.16 | 0 0 | 17.18 | + 1 7 |
| 1840 | 1 | — 2 1 | 1*21 | — 0 6 | 6*31 | — 2 10 | 6*31 | — 0 11 | 25 | + 0 10 | 25 | + 2 3 | 1 | — 2 11 | 1.2 | — 0 11 |
| 1841 | 1 | + 5 11 | 15 | + 7 10 | 9 | + 0 5 | 9 | + 2 7 | 2 | + 2 2 | 2 | + 4 2 | 18 | — 0 4 | 18.19 | + 1 8 |
| 1842 | 3 | + 4 5 | 7 | + 4 10 | 11-13 | — 0 1 | 4 | — 0 5 | 3 | + 5 3 | 3 | + 7 4 | 22 | — 0 6 | 21 | + 1 6 |
| 1843 | 2 | + 1 4 | 2 | + 4 1 | 14.15 | — 1 8 | 14-16 | + 1 4 | 30 | + 2 1 | 29.30 | + 4 3 | 3 | — 1 8 | 4 | + 0 11 |
| 1844 | 31 | + 3 6 | 7 | + 5 10 | 26 | — 0 7 | 26 | + 1 10 | 30 | + 4 9 | 30 | + 7 2 | 10.11 | + 2 10 | 11 | + 4 11 |
| 1845 | 31 | + 8 0 | 31 | +11 10 | 24 | — 2 3 | 24 | + 0 8 | 3 | + 8 10 | 3 | +12 6 | 28 | + 2 3 | 28 | + 5 1 |
| 1846 | 19 | + 3 10 | 19 | + 6 4 | 15 | 0 0 | 15 | + 2 7 | 9.19 | + 3 2 | 10.19 | + 5 7 | 1 | + 1 6 | 1.2 | + 3 10 |
| 1847 | 31 | + 2 7 | 31 | + 4 0 | 17 | — 2 5 | 15*21 | — 0 10 | 11 | + 5 3 | 11 | + 7 0 | 8.9 | + 2 1 | 4 | + 3 6 |
| 1848 | 16 | + 1 8 | 16 | + 3 5 | 11 | — 0 9 | 12 | + 0 10 | 8 | + 2 9 | 8 | + 4 3 | 27 | + 0 5 | 26 | + 1 10 |
| 1849 | 1 | + 2 0 | 1 | + 3 6 | 17 | — 0 3 | 14.17 | + 1 0 | 17 | + 2 7 | 15 | + 4 7 | 1 | + 1 1 | 1 | + 2 5 |
| 1850 | 13*17 | + 3 2 | 1 | + 4 9 | 31 | — 0 6 | 31 | + 0 9 | 20 | + 5 3 | 20.21 | + 6 11 | 3 | — 0 8 | 2.3 | + 0 7 |
| 1851 | 1 | + 4 10 | 31 | + 6 2 | 6-13 | — 2 3 | 7-13 | — 0 11 | 28.29 | + 5 9 | 28.29 | + 7 5 | 9 | + 2 8 | 9.10 | + 3 9 |
| 1852 | 31 | + 1 5 | 31 | + 2 8 | 19.20 | — 0 7 | 20 | + 0 8 | 4.11 | + 3 6 | 4.11 | + 4 5 | 26 | — 0 0 | 26 | + 1 1 |
| 1853 | 18 | + 0 11 | 18 | + 1 9 | 1.7 | — 3 0 | 1 | — 2 0 | 10 | + 6 10 | 10 | + 8 8 | 1 | — 1 10 | 1 | — 0 11 |
| 1854 | 15 | + 3 3 | 15 | + 4 0 | 2-4 | — 1 8 | 5 | — 1 0 | 13.14 | + 2 7 | 13 | + 3 3 | 1 | + 0 9 | 1 | + 1 6 |
| | | + 4′ 0 | | + 5′ 4½ | | — 0′ 8 | | + 0′ 4½ | | + 3′ 8½ | | + 5′ 2½ | | + 0′ 7 | | + 1′ 10 |



Digitized by Google

| Jahr | Mai | | | | | | | | Juni | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tag | Max. | Tag | Max. | Tag | Min. | Tag | Min. | Tag | Max. | Tag | Max. | Tag | Min. | Tag | Min. |
| | Donau | | Canal | | Donau | | Canal | | Donau | | Canal | | Donau | | Canal | |
| 1826 | 15 | + 4′ 3 | 15 | + 5′ 8 | 1 | + 0′ 4 | 1 | + 2′ 2 | 21 | + 7′ 7 | 21 | +10′ 6 | 1 | + 3′ 5 | 3 | + 4′ 6 |
| 1827 | 15.16 | + 5 6 | 16.20 | + 7 3 | 31 | + 3 6 | 31 | + 4 7 | 11-13 | + 8 3 | 11 | +10 11 | 1 | + 3 4 | 2 | + 4 4 |
| 1828 | 3 | + 4 5 | 1*4 | + 5 7 | 23 | + 3 6 | 23 | + 4 2 | 29 | + 7 2 | 29 | + 9 4 | 16-20 | + 3 0 | 16 | + 3 4 |
| 1829 | 12 | + 4 6 | 12 | + 5 10 | 29-31 | + 2 4 | 30.31 | + 2 8 | 12 | + 8 10 | 10 | +12 3 | 1 | + 2 4 | 1 | + 2 8 |
| 1830 | 5 | + 5 8 | 5 | + 7 3 | 17 | + 2 6 | 17 | + 3 5 | 21 | + 4 7 | 21 | + 5 7 | 6 | + 1 11 | 6 | + 2 6 |
| 1831 | 8 | + 3 9 | 8 | + 4 5 | 22-26 | + 1 11 | 22*26 | + 2 1 | 16 | + 5 11 | 20 | + 7 7 | 8.9 | + 4 0 | 8 | + 4 11 |
| 1832 | 12.31 | + 0 9 | 31 | + 1 0 | 1.2 | — 1 5 | 1-3 | — 0 11 | 23.24 | + 3 6 | 24 | + 4 5 | 2 | + 0 5 | 2 | + 0 8 |
| 1833 | 20 | + 3 9 | 20 | + 4 11 | 1 | + 1 10 | 1 | + 2 5 | 25 | + 2 3 | 25 | + 3 0 | 5*12 | + 1 1 | 5.9 | + 1 6 |
| 1834 | 16 | + 4 10 | 16 | + 6 1 | 1 | + 2 0 | 1 | + 2 2 | 20 | + 3 1 | 20 | + 3 6 | 5 | + 0 11 | 5 | + 0 11 |
| 1835 | 19.20 | + 5 8 | 19.20 | + 7 9 | 6 | + 1 10 | 5.6 | + 2 4 | 2 | + 4 8 | 2.3 | + 6 2 | 25.26 | + 1 8 | 26 | + 2 3 |
| 1836 | 28 | + 3 3 | 27.28 | + 4 2 | 16 | + 0 5 | 16 | + 0 10 | 22 | + 3 7 | 22 | + 4 8 | 2 | + 1 5 | 2.3 | + 1 10 |
| 1837 | 20*28 | + 5 8 | 20 | + 8 0 | 1 | + 1 1 | 1 | + 1 9 | 23 | + 7 8 | 23 | +10 2 | 11 | + 3 9 | 11 | + 5 2 |
| 1838 | 11.12 | + 4 3 | 11.12 | + 5 9 | 4 | + 1 11 | 4 | + 3 2 | 22 | + 6 3 | 23 | + 8 2 | 18 | + 3 0 | 17.18 | + 4 6 |
| 1839 | 30 | + 7 8 | 30 | +10 2 | 1 | + 2 11 | 1 | + 4 4 | 2 | + 7 3 | 1 | + 9 8 | 28.29 | + 3 7 | 29 | + 5 6 |
| 1840 | 31 | + 3 1 | 29-31 | + 4 5 | 7.8 | — 0 4 | 8.9 | + 0 11 | 27 | + 5 3 | 27 | + 7 2 | 10.11 | + 1 7 | 11 | + 3 0 |
| 1841 | 12 | + 2 7 | 12 | + 4 5 | 20.21 | — 0 5 | 20.21 | + 1 5 | 11.12 | + 2 3 | 12 | + 4 1 | 2.3 | + 0 9 | 2.3 | + 2 7 |
| 1842 | 22 | + 2 1 | 22 | + 3 10 | 10 | + 0 3 | 8 | + 2 1 | 6 | + 2 4 | 6 | + 4 2 | 29 | — 0 6 | 29 | + 1 4 |
| 1843 | 22 | + 4 6 | 22 | + 6 8 | 6 | + 0 2 | 6 | + 2 5 | 13 | + 5 10 | 14 | + 8 7 | 4.5 | + 2 8 | 5 | + 4 9 |
| 1844 | 1 | + 4 10 | 1 | + 7 3 | 6.9 | + 1 6 | 6.9 | + 3 9 | 1 | + 6 0 | 1 | + 8 10 | 26.27 | + 2 0 | 26 | + 4 3 |
| 1845 | 8 | + 3 5 | 8 | + 6 2 | 24 | + 1 3 | 24 | + 3 7 | 4 | + 7 5 | 4 | +10 9 | 30 | + 3 2 | 30 | + 6 0 |
| 1846 | 20 | + 4 7 | 20 | + 7 2 | 5 | + 0 5 | 5 | + 2 11 | 14 | + 3 3 | 14 | + 5 8 | 4.5 | + 1 6 | 27 | + 3 3 |
| 1847 | 3 | + 7 9 | 3 | +10 9 | 1 | + 3 11 | 1 | + 5 7 | 3.30 | + 5 4 | 3 | + 7 6 | 11.12 | + 1 4 | 12 | + 2 11 |
| 1848 | 25 | + 2 11 | 25 | + 4 8 | 11.12 | — 0 7 | 12 | + 0 7 | 12 | + 4 2 | 12 | + 5 11 | 1.3 | + 0 4 | 1 | + 1 10 |
| 1849 | 21.22 | + 5 0 | 21.22 | + 7 1 | 1 | + 2 8 | 1 | + 4 3 | 20 | + 5 9 | 20 | + 8 1 | 25.26 | + 3 1 | 25.26 | + 5 2 |
| 1850 | 27 | + 4 10 | 27.28 | + 6 4 | 8 | + 2 3 | 8.9 | + 3 7 | 21.22 | + 6 4 | 21 | + 8 9 | 3 | + 4 2 | 3 | + 5 8 |
| 1851 | 19 | + 6 7 | 19 | + 9 2 | 11 | + 1 7 | 11 | + 2 9 | 18 | + 6 3 | 20 | + 7 6 | 5.6 | + 3 9 | 5 | + 5 1 |
| 1852 | 29 | + 4 8 | 29.30 | + 5 6 | 1 | + 0 10 | 1 | + 1 9 | 1 | + 4 0 | 1 | + 4 11 | 19 | + 1 9 | 19 | + 2 9 |
| 1853 | 6.7 | + 5 5 | 18 | + 6 9 | 30.31 | + 3 8 | 30.31 | + 4 7 | 22 | + 9 1 | 22 | +12 0 | 4.5 | + 3 7 | 5 | + 4 6 |
| 1854 | 21 | + 3 11 | 21 | + 4 8 | 1.2 | + 1 1 | 1.2 | + 1 8 | 27 | + 4 2 | 27 | + 5 0 | 8 | + 1 4 | 8.9 | + 2 0 |
| | | + 4′ 6 | | + 6′ 2 | | + 1′ 6 | | + 2′ 8 | | + 5′ 5 | | + 7′ 5 | | + 2′ 2½ | | + 3′ 5 |

Digitized by Google

| Jahr | Juli | | | | | | | | August | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tag | Max. | Tag | Max. | Tag | Min. | Tag | Min. | Tag | Max. | Tag | Max. | Tag | Min. | Tag | Min. |
| | Donau | | Canal | | Donau | | Canal | | Donau | | Canal | | Donau | | Canal | |
| 1826 | 29 | + 4′ 6 | 29 | + 5′ 8 | 25 | + 2′ 5 | 25 | + 3′ 1 | 1 | + 3′ 3 | 1 | + 3′ 11 | 29 | +1′ 2 | 29 | +1′ 5 |
| 1827 | 21 | + 5 5 | 21 | + 6 10 | 18 | + 2 11 | 29.30 | + 3 4 | 31 | + 7 11 | 31 | + 9 11 | 22.26 | +2 6 | 21.26 | +2 9 |
| 1828 | 1 | + 6 5 | 1 | + 8 5 | 21 | + 3 0 | 21 | + 3 6 | 28 | + 5 3 | 29 | + 6 6 | 24 | +3 1 | 24 | +3 5 |
| 1829 | 13 | + 6 0 | 13 | + 7 3 | 29 | + 3 3 | 29 | + 3 8 | 9 | + 5 2 | 9 | + 6 1 | 31 | +2 1 | 30 | +2 1 |
| 1830 | 8 | + 5 8 | 8 | + 7 1 | 31 | + 2 1 | 31 | + 2 9 | 21 | + 4 1 | 21 | + 5 2 | 31 | +1 5 | 31 | +2 0 |
| 1831 | 3 | + 5 1 | 3 | + 6 10 | 15 | + 3 0 | 15 | + 3 7 | 3 | + 5 11 | 1.2 | + 7 7 | 31 | +2 3 | 31 | +2 8 |
| 1832 | 31 | + 4 7 | 31 | + 5 11 | 26 | + 0 3 | 26 | + 0 7 | 1 | + 4 7 | 1 | + 5 9 | 16.17 | +1 6 | 17*24 | +1 9 |
| 1833 | 25 | + 5 8 | 25 | + 7 10 | 3 | + 1 5 | 3 | + 1 11 | 5.6 | + 8 4 | 5 | +11 6 | 17.31 | +2 7 | 31 | +3 4 |
| 1834 | 1*27 | + 3 5 | 2.28 | + 4 2 | 10 | + 1 10 | 10 | + 2 1 | 7 | + 2 9 | 7 | + 3 2 | 23 | +0 7 | 23 | +0 7 |
| 1835 | 2 | + 4 1 | 2 | + 5 6 | 31 | + 0 7 | 31 | + 0 10 | 30 | + 2 0 | 30 | + 2 5 | 15 | +0 1 | 15 | +0 2 |
| 1836 | 1 | + 2 9 | 1 | + 3 9 | 31 | + 0 11 | 23.31 | + 1 5 | 23 | + 2 11 | 23 | + 3 9 | 13.17 | +0 6 | 13 | +1 0 |
| 1837 | 24 | + 5 4 | 24 | + 7 11 | 13 | + 1 5 | 12 | + 2 10 | 3 | + 3 7 | 3 | + 5 3 | 31 | +0 8 | 30.31 | +1 10 |
| 1838 | 2.3 | + 4 11 | 2.3 | + 6 8 | 28-31 | + 0 5 | 29.30 | + 1 8 | 10 | + 1 10 | 10 | + 6 7 | 24 | 0 0 | 24 | +1 3 |
| 1839 | 4 | + 5 3 | 4 | + 7 4 | 28.29 | + 1 7 | 28.29 | + 3 4 | 24 | + 3 2 | 24 | + 4 11 | 19 | +0 5 | 19 | +2 1 |
| 1840 | 31 | + 7 6 | 31 | +10 2 | 14.15 | + 1 11 | 14 | + 3 5 | 2 | + 8 11 | 2 | +12 1 | 17 | +2 2 | 17 | +3 11 |
| 1841 | 5 | + 5 9 | 5 | + 8 2 | 31 | + 0 8 | 31 | + 2 7 | 28 | + 4 1 | 28 | + 6 1 | 25 | +0 2 | 24.25 | +2 3 |
| 1842 | 25 | + 1 9 | 25 | + 3 5 | 3 | — 0 9 | 3 | + 1 2 | 4 | + 3 0 | 4 | + 4 9 | 30 | −1 6 | 30 | +0 7 |
| 1843 | 5 | + 7 7 | 5 | +11 0 | 25 | + 4 1 | 25 | + 6 6 | 7 | + 6 3 | 7 | + 9 3 | 31 | +1 4 | 31 | +3 9 |
| 1844 | 23 | + 4 11 | 23 | + 7 7 | 31 | + 1 10 | 3 | + 4 2 | 20 | + 4 9 | 20 | + 7 5 | 9 | +1 5 | 9 | +3 11 |
| 1845 | 19 | + 3 10 | 19 | + 6 4 | 26 | + 1 3 | 26 | + 3 8 | 25 | + 4 2 | 25 | + 6 6 | 4.5 | +1 3 | 5 | +3 6 |
| 1846 | 30 | + 4 4 | 30 | + 6 8 | 27.28 | + 1 0 | 27.28 | + 3 8 | 28 | + 7 10 | 28 | +11 3 | 19.20 | +0 2 | 21 | +2 6 |
| 1847 | 3 | + 6 3 | 3 | + 8 6 | 20 | + 2 2 | 20.29 | + 3 9 | 13 | + 4 2 | 13 | + 5 11 | 26 | +1 0 | 26 | +2 4 |
| 1848 | 15 | + 7 7 | 15 | +10 2 | 1 | + 0 7 | 1 | + 2 4 | 8 | + 3 5 | 8 | + 5 1 | 17 | +0 11 | 17 | +2 8 |
| 1849 | 1*8 | + 3 10 | 1.8 | + 5 11 | 27 | 0 0 | 31 | + 1 5 | 25 | + 8 6 | 24 | +12 5 | 1 | −0 3 | 1 | +1 1 |
| 1850 | 15 | + 5 7 | 15.21 | + 7 8 | 29 | + 2 11 | 29 | + 4 3 | 2 | + 3 6 | 2 | + 5 0 | 31 | +1 2 | 31 | +2 2 |
| 1851 | 22 | + 5 10 | 22 | + 7 5 | 4 | + 3 1 | 11 | + 4 4 | 4 | + 7 11 | 7 | +10 0 | 29 | +2 10 | 29 | +4 2 |
| 1852 | 4 | + 4 7 | 6 | + 5 8 | 16 | + 1 1 | 16.19 | + 2 2 | 25 | + 6 9 | 25 | + 8 2 | 21 | +1 10 | 21 | +2 6 |
| 1853 | 5.6 | + 8 10 | 4 | +11 7 | 28 | + 2 1 | 31 | + 4 1 | 20 | + 4 6 | 20 | + 5 5 | 31 | +2 0 | 31 | +2 7 |
| 1854 | 16 | + 4 4 | 16 | + 5 6 | 27 | + 1 7 | 27 | + 2 3 | 20 | + 4 6 | 20 | + 5 6 | 5 | +1 9 | 5 | +2 6 |
| | | + 5′ 3 | | + 7′ 1½ | | + 1′ 8 | | + 2′ 11 | | + 5′ 0 | | + 6′ 10½ | | +1′ 2½ | | +2′ 3½ |

Digitized by Google

| Jahr | September | | | | | | | | October | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tag | Max. | Tag | Max. | Tag | Min. | Tag | Min. | Tag | Max. | Tag | Max. | Tag | Min. | Tag | Min. |
| | Donau | | Canal | | Donau | | Canal | | Donau | | Canal | | Donau | | Canal | |
| 1826 | 1 | +1′ 4 | 1 | + 1′ 7 | 16.22 | + 0′ 4 | 16*29 | + 0′ 8 | 12 | +1′ 8 | 12 | + 2′ 1 | 2-27 | — 0′ 6 | 25-27 | — 0′ 4 |
| 1827 | 1 | +6 10 | 1 | + 8 9 | 30 | + 1 2 | 30 | + 1 4 | 3 | +1 3 | 3.4 | + 1 4 | 24-26 | + 0 2 | 25.26 | + 0 4 |
| 1828 | 18 | +7 11 | 18 | +10 4 | 30 | + 2 8 | 30 | + 3 2 | 16.17 | +4 3 | 17 | + 5 3 | 31 | + 1 3 | 31 | + 1 5 |
| 1829 | 6 | +4 8 | 6 | + 5 4 | 1 | + 2 3 | 1 | + 2 9 | 14.15 | +4 1 | 15 | + 4 7 | 31 | + 1 7 | 31 | + 1 4 |
| 1830 | 28 | +6 5 | 28 | + 8 5 | 4 | + 1 5 | 3.4 | + 2 0 | 1 | +4 3 | 1 | + 5 9 | 27.28 | + 0 5 | 28 | + 0 7 |
| 1831 | 15 | +5 10 | 15 | + 7 7 | 30 | + 1 11 | 30 | + 2 3 | 1 | +1 9 | 1 | + 2 0 | 31 | — 0 11 | 31 | + 0 8 |
| 1832 | 1.2 | +2 3 | 1 | + 2 9 | 30 | — 0 6 | 30 | + 0 3 | 18 | —0 2 | 18 | + 0 2 | 31 | — 1 11 | 31 | - 1 5 |
| 1833 | 24 | +6 4 | 24 | + 8 6 | 18.19 | + 1 7 | 19 | + 1 11 | 1 | +3 1 | 1 | + 3 10 | 16*31 | + 0 5 | 31 | + 0 7 |
| 1834 | 1 | +1 10 | 1 | + 2 2 | 30 | — 1 9 | 30 | — 1 11 | 28.29 | +1 8 | 29 | + 1 9 | 16 18 | — 2 7 | 18-19 | — 2 3 |
| 1835 | 17 | +6 5 | 17 | + 8 7 | 30 | + 0 3 | 8*30 | + 0 6 | 17.18 | +3 1 | 18 | + 3 10 | 11 | — 0 7 | 11 | — 0 4 |
| 1836 | 2 | +2 8 | 2 | + 3 7 | 26 | — 0 4 | 25.26 | + 0 2 | 6 | +0 7 | 6.7 | + 0 10 | 30.31 | — 2 1 | 30.31 | — 1 6 |
| 1837 | 8 | +5 11 | 8 | + 7 3 | 27.28 | 0 0 | 30 | + 1 1 | 13 | +0 10 | 12.13 | + 1 10 | 31 | — 1 7 | 31 | — 0 5 |
| 1838 | 14 | +3 6 | 14 | + 4 11 | 9.10 | — 0 3 | 10 | + 1 1 | 19 | +1 2 | 19 | + 2 6 | 14.15 | — 1 7 | 14-16 | — 0 1 |
| 1839 | 6 | +4 5 | 6 | + 6 2 | 30 | — 0 9 | 30 | + 0 9 | 4 | —0 1 | 4 | + 1 2 | 31 | — 2 2 | 30.31 | — 0 5 |
| 1840 | 23 | +4 8 | 23 | + 6 9 | 14.15 | + 0 4 | 14 | + 2 3 | 24 | +3 6 | 24 | + 5 2 | 15-17 | — 1 0 | 15-17 | + 0 9 |
| 1841 | 1.5 | +1 11 | 1 | + 3 9 | 29 | — 1 1 | 29 | + 0 11 | 20 | +2 0 | 20 | + 3 9 | 6 | — 1 7 | 6 | + 0 4 |
| 1842 | 4 | —0 7 | 4.5 | + 1 4 | 22 | — 2 1 | 22 | + 0 2 | 10 | —0 2 | 10.11 | + 1 8 | 21 | — 2 6 | 21 | — 0 2 |
| 1843 | 9.10 | +1 4 | 10 | + 3 8 | 27 | — 2 1 | 27 | + 0 6 | 7 | +5 3 | 7 | + 7 8 | 1.2 | — 1 8 | 1 | + 0 10 |
| 1844 | 23 | +3 7 | 23 | + 5 11 | 10 | 0 0 | 10.12 | + 2 7 | 11 | +3 0 | 11 | + 5 4 | 4 | 0 0 | 4 | + 2 6 |
| 1845 | 1 | +1 11 | 1 | + 4 2 | 15*26 | — 1 2 | 15.16 | + 1 4 | 3 | +3 5 | 3 | + 5 6 | 31 | — 0 8 | 31 | + 1 10 |
| 1846 | 1 | +3 1 | 1 | + 5 7 | 15 | — 0 10 | 15 | + 1 9 | 9 | +0 4 | 6 | + 2 0 | 20.31 | — 0 8 | 21 | + 0 7 |
| 1847 | 10 | +4 8 | 10 | + 6 4 | 7 | + 1 10 | 7 | + 3 5 | 30 | +5 1 | 29 | + 7 9 | 22 | + 0 1 | 21 | + 1 3 |
| 1848 | 4.5 | +1 5 | 5 | + 3 4 | 17 | — 0 7 | 17.30 | + 1 2 | 6 | +1 10 | 6 | + 3 6 | 11 | — 0 3 | 13 | + 1 1 |
| 1849 | 3 | +1 11 | 3 | + 3 4 | 30 | — 0 6 | 30 | + 0 9 | 19 | +1 4 | 18.19 | + 2 4 | 3.4 | — 0 9 | 4 | + 0 6 |
| 1850 | 2 | +2 6 | 2 | + 3 6 | 24.25 | — 1 4 | 24.25 | — 0 5 | 6.7 | +4 5 | 6.7 | + 5 6 | 2 | — 0 4 | 1 | + 0 8 |
| 1851 | 5 | +6 9 | 5 | + 8 5 | 29 | + 2 0 | 27 | + 4 1 | 12 | +3 3 | 13 | + 3 4 | 31 | + 0 5 | 29-31 | + 1 9 |
| 1852 | 24 | +4 11 | 24 | + 5 10 | 17 | + 0 9 | 17 | + 1 6 | 14 | +2 8 | 14 | + 3 4 | 26 | 0 0 | 27 | + 0 9 |
| 1853 | 6 | +3 7 | 6 | + 4 3 | 28.30 | 0 0 | 24-27 | + 0 7 | 3 | +0 10 | 6 | + 1 7 | 31 | — 0 9 | 30.31 | — 0 1 |
| 1854 | 1 | +2 0 | 1 | + 2 9 | 22 | — 1 0 | 25 | — 0 5 | 27 | +0 2 | 24.27 | + 0 8 | 5 | — 1 10 | 5*13 | — 1 1 |
| | | +3 $9\frac{1}{2}$ | | + 5′ 4 | | + 0′ 1 | | + 1′ 3 | | +2′ $2\frac{1}{2}$ | | + 3′ 4 | | — 0′ 10 | | + 0′ $4\frac{1}{2}$ |

Digitized by Google

| Jahr | November | | | | | | | | December | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tag | Max. Donau | Tag | Max. Canal | Tag | Min. Donau | Tag | Min. Canal | Tag | Max. Donau | Tag | Max. Canal | Tag | Min. Donau | Tag | Min. Canal |
| 1826 | 19.20 | + 1′ 4 | 19.20 | + 1′ 10 | 14 | — 0′ 4 | 14 | 0′ 0 | 12 | + 4′ 1 | 11 | + 5′ 5 | 30 | — 0′ 7 | 7 | — 0′ 1 |
| 1827 | 14 | + 5 4 | 15 | + 7 9 | 1-3 | + 0 5 | 2.3 | + 0 7 | 7 | + 7 7 | 7 | + 9 11 | 2 | + 1 3 | 2 | — 0 1 |
| 1828 | 23 | + 1 4 | 23 | + 1 5 | 11.12 | + 0 3 | 12 | + 0 3 | 23.24 | + 4 11 | 23.24 | + 6 4 | 10*20 | + 0 3 | 20 | + 0 2 |
| 1829 | 18 | + 5 0 | 18 | + 6 0 | 30 | + 1 5 | 30 | + 0 3 | 23 | + 5 10 | 29.30 | +10 6 | 14-16 | — 0 2 | 15-16 | — 1 5 |
| 1830 | 4 | + 1 4 | 4 | + 1 9 | 21 | 0 0 | 21 | + 0 2 | 1 | + 0 3 | 1 | + 0 4 | 29 | — 1 6 | 29 | — 1 6 |
| 1831 | 28 | + 5 11 | 28.29 | + 8 0 | 3.4 | — 1 1 | 1 | — 0 11 | 1 | + 4 8 | 1 | + 6 1 | 31 | — 0 4 | 31 | — 1 4 |
| 1832 | 10 | + 1 10 | 10 | + 2 4 | 1 | — 2 0 | 29 | — 1 9 | 5 | + 3 8 | 5 | + 4 7 | 1 | — 1 10 | 1 | — 1 3 |
| 1833 | 10.11 | + 1 11 | 11 | + 2 5 | 5.6 | — 0 3 | 5.6 | + 0 ½ | 26.27 | + 7 2 | 26 | + 9 8 | 3.4 | + 0 4 | 1-4 | + 0 7 |
| 1834 | 1 | + 0 7 | 1.2 | + 0 5 | 25-27 | — 2 0 | 26-29 | — 2 1 | 6 | + 0 8 | 6.7 | + 0 6 | 30 | — 2 6 | 29.30 | — 2 3 |
| 1835 | 1.4 | + 1 11 | 1.4 | + 2 5 | 30 | — 0 9 | 29.30 | — 0 8 | 5.6 | — 0 3 | 5-7 | — 0 2 | 18*28 | — 2 7 | 27-29 | — 2 5 |
| 1836 | 30 | + 3 4 | 30 | + 4 3 | 4.5 | — 2 3 | 5 | — 1 9 | 8.9 | + 6 6 | 8 | + 9 2 | 31 | 0 0 | 31 | + 0 9 |
| 1837 | 13 | + 3 8 | 13 | + 5 0 | 1 | — 1 7 | 1.2 | — 0 5 | 28 | + 8 3 | 28 | +10 8 | 20 | — 2 1 | 19 | — 0 10 |
| 1838 | 25 | + 1 6 | 25 | + 2 9 | 18.19 | — 1 6 | 26-30 | + 0 1 | 7.8 | + 0 9 | 8 | + 2 2 | 27 | — 3 9 | 27 | — 2 2 |
| 1839 | 16 | — 1 3 | 16 | + 0 3 | 5-7 | — 2 5 | 3*23 | — 0 7 | 30 | + 3 9 | 30 | + 5 7 | 13.14 | — 2 7 | 13.14 | — 0 10 |
| 1840 | 19 | + 3 6 | 19 | + 5 4 | 30 | + 0 9 | 30 | + 2 6 | 24 | + 5 4 | 20 | + 5 6 | 20 | — 4 6 | 22-23 | — 1 8 |
| 1841 | 2 | — 0 7 | 2 | + 1 3 | 21-23 | — 2 8 | 22.23 | — 0 6 | 16 | + 2 2 | 15 | + 3 10 | 31 | — 1 9 | 31 | + 0 4 |
| 1842 | 21 | + 1 1 | 21 | + 2 10 | 11.12 | — 2 8 | 11-14 | — 0 3 | 3 | — 0 4 | 3.25 | + 1 8 | 19 | — 3 4 | 19 | — 0 8 |
| 1843 | 1 | + 0 8 | 1 | + 2 10 | 21.22 | — 1 3 | 21 | + 1 1 | 11 | + 2 11 | 11 | + 4 10 | 31 | — 2 0 | 31 | + 0 7 |
| 1844 | 18 | + 1 7 | 25 | + 4 10 | 7.8 | — 0 6 | 7-9 | + 2 0 | 1 | — 0 3 | 1 | + 2 2 | 30 | — 3 11 | 29 | — 1 6 |
| 1845 | 1 | — 0 11 | 1 | + 1 7 | 18*23 | — 2 7 | 18 | — 0 3 | 31 | + 2 1 | 31 | + 4 5 | 5 | — 2 7 | 5.6 | — 0 1 |
| 1846 | 28 | + 1 5 | 29 | + 2 9 | 21-24 | — 2 8 | 23 | — 1 2 | 1 | + 1 2 | 1 | + 2 6 | 19 | — 2 9 | 20 | — 2 10 |
| 1847 | 1.3 | + 2 10 | 3 | + 4 6 | 30 | — 0 11 | 30 | + 0 9 | 5.9 | + 0 4 | 9 | + 2 1 | 30.31 | — 2 6 | 22 | — 0 10 |
| 1848 | 21 | + 0 6 | 6*19 | + 2 3 | 28.29 | — 0 8 | 30 | + 0 11 | 3.10 | 0 0 | 3.10 | + 1 7 | 28 | — 4 3 | 29 | — 1 6 |
| 1849 | 2 | + 0 11 | 2 | + 2 2 | 26 | — 1 10 | 26-29 | — 0 8 | 21 | + 3 9 | 21 | + 5 5 | 15 | — 1 8 | 16 | — 1 1 |
| 1850 | 25 | + 4 4 | 25 | + 5 4 | 12 | + 1 6 | 12 | + 2 4 | 2 | + 2 5 | 2 | + 3 4 | 28-30 | — 0 6 | 25 | + 0 3 |
| 1851 | 5 | + 3 2 | 5 | + 4 2 | 25-28 | 0 0 | 26-28 | + 1 1 | 12.15 | + 3 2 | 12.15 | + 4 4 | 30 | — 1 3 | 30 | + 0 6 |
| 1852 | 26 | + 2 1 | 26 | + 2 11 | 22-24 | — 0 1 | 20 | + 0 5 | 1 | + 0 10 | 1 | + 1 5 | 17.18 | — 1 4 | 18.19 | — 0 7 |
| 1853 | 13 | — 0 10 | 1 | — 0 3 | 30 | — 1 9 | 29.30 | — 1 2 | 29 | — 0 8 | 29 | + 2 6 | 28 | — 4 1 | 13*16 | — 2 6 |
| 1854 | 2 | + 0 6 | 20 | + 0 8 | 13 | — 1 5 | 17 | — 0 7 | 28 | + 4 10 | 28 | + 6 2 | 1 | — 0 6 | 1 | + 0 1 |
| | | + 1′ 10 | | + 3′ 1 | | — 1′ 0 | | 0′ 0 | | + 2′ 11 | | + 4′ 3 | | — 1′ 9 | | — 0′ 10 |

Digitized by Google

## TAFEL III.

### Extreme der einzelnen Jahre.

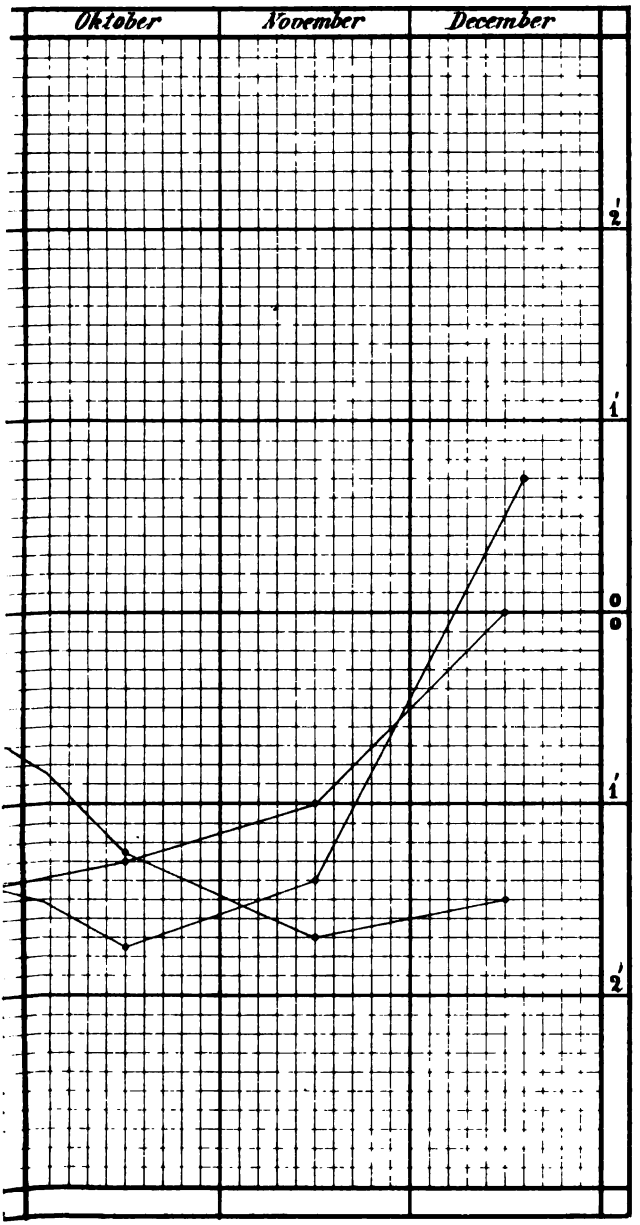
| Jahr | Donau | | | | Canal | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Monat und Tag | Max. | Monat und Tag | Min. | Monat und Tag | Max. | Monat und Tag | Min. |
| 1826 [1] | 21. Juni | + 7′ 7 | 30. Dec. | — 0′ 7 | 21. Juni | + 10′ 6 | 13-21. Jänn. | — 1′ 5 |
| 1827 | 10. Juni | + 7 9 | 17. Febr. | — 0 8 | 11. Juni | + 10 11 | 9.10. Jänn. | — 0 9 |
| 1828 | 18. Sept. | + 7 11 | 11. Nov. *20. Dec. | + 0 3 | 18. Sept. | + 10 4 | 20. Dec. | + 0 2 |
| 1829 | 12. Juni | + 8 10 | 23. Jänn. | — 0 10 | 10. Juni | + 12 3 | 15.16. Dec. | — 1 5 |
| 1830 | 1. März | + 19 0 | 29. Dec. | — 1 6 | 1.2. März | + 17 0 | 29. Dec. | — 1 6 |
| 1831 | 7. März. | + 7 10 | 3. Febr. | — 2 11 | 7. März | + 10 5 | 2.3. Febr. | — 1 10 |
| 1832 | 1. Aug. | + 4 7 | 1. Nov. | — 2 0 | 14. Jänn. 1. Aug. | + 5 9 | 29. Nov. | — 1 9 |
| 1833 | 5.6. Aug. | + 8 4 | 10. Jänn. | — 3 4 | 5. Aug. | + 11 6 | 9-10. Jänn. | — 1 9 |
| 1834 | 2. Jänn. | + 8 0 | 16-18. Oct. | — 2 7 | 2. Jänn. | + 11 1 | 18. Oct. *30. Dec. | — 2 3 |
| 1835 | 17. Sept. | + 6 5 | 18*28. Dec. | — 2 7 | 17. Sept. | + 8 7 | 27-29. Dec. | — 2 5 |
| 1836 | 8. Febr. | + 6 9 | 3. Jänn. | — 2 6 | 8. Dec. | + 9 2 | 3. Jänn. | — 2 7 |
| 1837 | 28. Dec. | + 8 3 | 12. Febr. | — 2 7 | 28. Dec. | + 10 8 | 12. Febr. | — 2 0 |
| 1838 | 9. März | + 7 10 | 27. Dec. | — 3 9 | 9. März | + 9 2 | 27. Dec. | — 2 2 |
| 1839 | 30. Mai | + 7 8 | 3.6. Jänn. | — 2 10 | 30. Mai | + 10 2 | 6. Febr. | — 1 8 |
| 1840 | 31. Juli | + 7 6 | 20. Dec. | — 4 6 | 31. Juli | + 10 2 | 17.18 Jänn. | — 1 10 |
| 1841 | 23-25. Febr. | + 7 0 | 21-23. Nov. | — 2 8 | 26. Febr. | + 8 3 | 22.23 Nov. | — 0 6 |
| 1842 | 3. April | + 5 3 | 15-17. Jänn. | — 4 6 | 3. April | + 7 4 | 28. Jänn. | — 2 2 |
| 1843 | 5. Juli | + 7 7 | 27. Jänn. | — 2 4 | 5. Juli | + 11 0 | 27. Jänn. | + 0 4 |
| 1844 | 1. Juni | + 6 0 | 18. Jänn. | — 4 8 | 1. Juni | + 8 10 | 18. Jänn. 29. Dec. | — 1 6 |
| 1845 | 3. April | + 8 10 | 15. Febr. | — 6 1 | 3. April | + 12 6 | 17. Febr. | — 1 10 |
| 1846 | 3. Febr. | + 8 3 | 19. Dec. | — 2 9 | 13. Febr. | + 12 1 | 20. Dec. | — 2 10 |
| 1847 | 19. Febr. | + 8 11 | 16. Jänn. | — 4 7 | 19. Febr. | + 14 4 | 5. Dec. | — 2 2 |
| 1848 | 11. Febr. | + 7 11 | 28. Dec. | — 4 3 | 11. Febr. | + 11 0 | 11-13. Jänn. | — 1 8 |
| 1849 | 25. Aug. | + 8 6 | 1. Jänn. | — 3 2 | 21. Jänn. | + 17 4 | 1. Jänn. | — 1 2 |

[1] Die Beobachtungen der 3 ersten Monate fehlen.

Digitized by Google

)ei Cöln.

ches durch die mittlere Horizontal,
nterschiede der normalen Monat.




Aus d.k.k. Hof u. Staatsdruckerei.

Digitized by Google

## TAFEL III.

### Extreme der einzelnen Jahre.

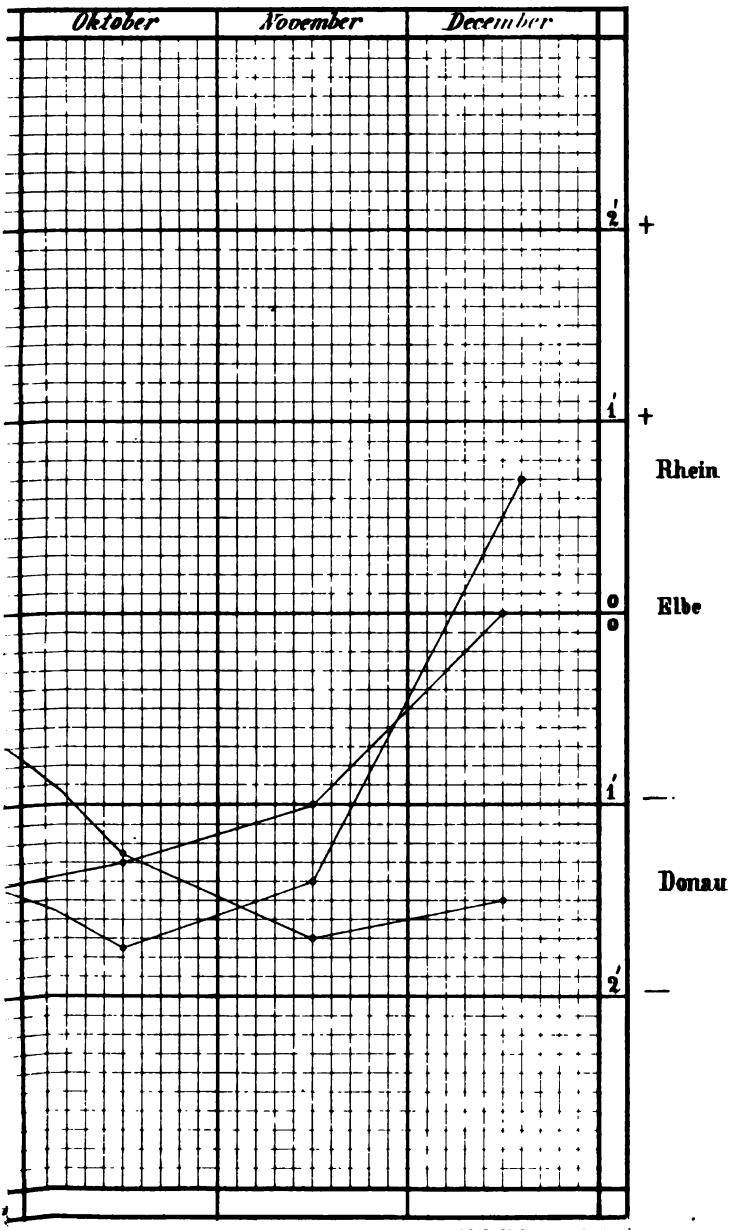
| Jahr | Donau | | | | Canal | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Monat und Tag | Max. | Monat und Tag | Min. | Monat und Tag | Max. | Monat und Tag | Min. |
| 1826 [1] | 21. Juni | + 7′ 7 | 30. Dec. | — 0′ 7 | 21. Juni | + 10′ 6 | 13-21. Jänn. | — 1′ 5 |
| 1827 | 10. Juni | + 7 9 | 17. Febr. | — 0 8 | 11. Juni | + 10 11 | 9.10. Jänn. | — 0 9 |
| 1828 | 18. Sept. | + 7 11 | 11. Nov. *20. Dec. | + 0 3 | 18. Sept. | + 10 4 | 20. Dec. | + 0 2 |
| 1829 | 12. Juni | + 8 10 | 23. Jänn. | — 0 10 | 10. Juni | + 12 3 | 15.16. Dec. | — 1 5 |
| 1830 | 1. März | + 19 0 | 29. Dec. | — 1 6 | 1.2. März | + 17 0 | 29. Dec. | — 1 6 |
| 1831 | 7. März. | + 7 10 | 3. Febr. | — 2 11 | 7. März | + 10 5 | 2.3. Febr. | — 1 10 |
| 1832 | 1. Aug. | + 4 7 | 1. Nov. | — 2 0 | 14. Jänn. 1. Aug. | + 5 9 | 29. Nov. | — 1 9 |
| 1833 | 5.6. Aug. | + 8 4 | 10. Jänn. | — 3 4 | 5. Aug. | + 11 6 | 9-10. Jänn. | — 1 9 |
| 1834 | 2. Jänn. | + 8 0 | 16-18. Oct. | — 2 7 | 2. Jänn. | + 11 1 | 18. Oct. *30. Dec. | — 2 3 |
| 1835 | 17. Sept. | + 6 5 | 18*28. Dec. | — 2 7 | 17. Sept. | + 8 7 | 27-29. Dec. | — 2 5 |
| 1836 | 8. Febr. | + 6 9 | 3. Jänn. | — 2 6 | 8. Dec. | + 9 2 | 3. Jänn. | — 2 7 |
| 1837 | 28. Dec. | + 8 3 | 12. Febr. | — 2 7 | 28. Dec. | + 10 8 | 12. Febr. | — 2 0 |
| 1838 | 9. März | + 7 10 | 27. Dec. | — 3 9 | 9. März | + 9 2 | 27. Dec. | — 2 2 |
| 1839 | 30. Mai | + 7 8 | 3.6. Jänn. | — 2 10 | 30. Mai | + 10 2 | 6. Febr. | — 1 8 |
| 1840 | 31. Juli | + 7 6 | 20. Dec. | — 4 6 | 31. Juli | + 10 2 | 17.18 Jänn. | — 1 10 |
| 1841 | 23-25. Febr. | + 7 0 | 21-23. Nov. | — 2 8 | 26. Febr. | + 8 3 | 22.23 Nov. | — 0 6 |
| 1842 | 3. April | + 5 3 | 15-17. Jänn. | — 4 6 | 3. April | + 7 4 | 28. Jänn. | — 2 2 |
| 1843 | 5. Juli | + 7 7 | 27. Jänn. | — 2 4 | 5. Juli | + 11 0 | 27. Jänn. | + 0 4 |
| 1844 | 1. Juni | + 6 0 | 18. Jänn. | — 4 8 | 1. Juni | + 8 10 | 18. Jänn. 29. Dec. | — 1 6 |
| 1845 | 3. April | + 8 10 | 15. Febr. | — 6 1 | 3. April | + 12 6 | 17. Febr. | — 1 10 |
| 1846 | 3. Febr. | + 8 3 | 19. Dec. | — 2 9 | 13. Febr. | + 12 1 | 20. Dec. | — 2 10 |
| 1847 | 19. Febr. | + 8 11 | 16. Jänn. | — 4 7 | 19. Febr. | + 14 4 | 5. Dec. | — 2 2 |
| 1848 | 11. Febr. | + 7 11 | 28. Dec. | — 4 3 | 11. Febr. | + 11 0 | 11-13. Jänn. | — 1 8 |
| 1849 | 25. Aug. | + 8 6 | 1. Jänn. | — 3 2 | 21. Jänn. | + 17 4 | 1. Jänn. | — 1 2 |

[1] Die Beobachtungen der 3 ersten Monate fehlen.

Digitized by Google

bei Cöln.

ches durch die mittlere Horizontal,
terschiede der normalen Monat.




Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Digitized by Google

Digitized by Google

| Jahr | Donau | | | | Canal | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Monat und Tag | Max | Monat und Tag | Min. | Monat und Tag | Max. | Monat und Tag | Min. |
| 1850 | 4. Febr. | + 13′ 11 | 24. Jänn. | — 2′ 4 | 4. Febr. | + 14′ 0 | 25. Jänn. | — 2′ 0 |
| 1851 | 7. Aug. | + 7 11 | 6-13. März | — 2 3 | 7. Aug. | + 10 0 | 7-13. März | — 0 11 |
| 1852 | 8. Febr. | + 6 11 | 9-10. Jänn. | — 1 7 | 8. Febr. | + 8 10 | 6-10. Jänn. | — 0 9 |
| 1853 | 5.6. Juli | + 8 10 | 28. Dec. | — 4 1 | 6. Juli | + 11 7 | 13°16 Dec. | — 2 6 |
| 1854 | 8.9. Febr. | + 5 6 | 5. Oct. | — 1 10 | 9. Febr. | + 6 10 | 3. Jänn. | — 2 4? |
| | | + 8′ 1½ | | — 2′ 5½ | | + 10′ 10 | | — 1′ 7½ |

## TAFEL IV.

**Mittlerer normaler Wasserstand der Donau im Canale von 5 zu 5 Tagen.**

| Periode | Jänner | Februar | März | April | Mai | Juni | Juli | August | September | October | November | December |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1—5 | 1′ 5″ | 2′ 7″ | 2′ 6″ | 3′ 3″ | 3′ 10″ | 4′ 8″ | 5′ 3″ | 4′ 2″ | 3′ 5″ | 1′ 9″ | 1′ 2″ | 1′ 2″ |
| 6—10 | 1 2½ | 2 6 | 2 3 | 3 6 | 4 1 | 5 0 | 4 9 | 4 2 | 2 10 | 1 9½ | 1 2 | 1 7½ |
| 11—15 | 0 10 | 2 5 | 2 1 | 3 5½ | 4 2 | 5 3 | 4 7 | 3 10 | 2 6 | 1 6 | 1 3 | 1 5 |
| 16—20 | 1 8 | 2 2 | 2 7 | 3 5 | 4 5 | 5 2 | 4 5 | 3 5 | 2 8 | 1 7½ | 1 2½ | 0 11 |
| 21—25 | 2 0 | 2 3 | 2 9½ | 3 6 | 4 6½ | 5 6 | 4 4½ | 3 9 | 2 7 | 1 6½ | 1 2 | 1 5 |
| 26—31 | 2 1 | 2 5 | 2 10 | 3 6½ | 4 7½ | 5 3 | 4 1 | 3 8½ | 2 1 | 1 3 | 1 2½ | 1 7 |





Digitized by Google

## *Krystallologische Untersuchungen.*

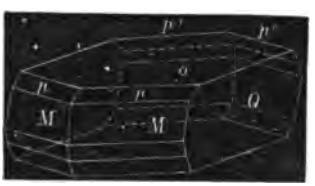
Von **J. Schabus.**

Die Verbindungen, deren Untersuchungen ich vorzulegen die Ehre habe, verdanke ich Herrn Professor Weltzien in Karlsruhe, von dem sie dargestellt und an Herrn Professor Dr. J. Redtenbacher eingesendet wurden. Herr Professor Weltzien hat die chemischen Verhältnisse der meisten Verbindungen selbst beschrieben, wesshalb ich hier nur anführen will, dass zwei derselben mit dem früher von Haidinger beschriebenen Weltzienit[1]) eine Reihe bilden, die übrigen aber mit den Verbindungen des Kalium- und Ammonium-Platinchlorides analog zusammengesetzt sind.

### 1. Das Tetramethylammonium — Pentajodid.

$$(4C_2\,H_3)\,NJ_5.$$

*Fig. 1.*




Die Krystalle dieser Verbindung gehören in das monoklinoedrische System. Die gemessenen Winkel sind (Fig. 1):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Neigung | von | $o$ | zu | $p$ = 143° 30′ | berechnet: |
| „ | „ | $o$ | „ | $M$ = 102° 46′ | |
| „ | „ | $M$ | „ | $M$ = 93° 32′ | |
| „ | „ | $o$ | „ | $Q$ = 90° 0′ | |
| „ | „ | $o$ | „ | $p'$ = 132° 0′ . . . 131° 56′ | |
| „ | „ | $p'$ | „ | $p'$ = . . . . . 117° 0′ | |
| „ | „ | $o$ | „ | $q$ = 108° 30′ (nahe). | |

Der Habitus der Krystalle ist tafelartig parallel den Flächen $o$; die Individuen sind sehr klein.

Die Flächen der Hemipyramiden $p$ und $p'$, besonders aber die von $q$, treten so untergeordnet auf, dass nur der ausgezeichnete

[1]) Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kais. Akademie, Band XII, Seite 1085; Annal. d. Chemie und Pharmacie (neue Reihe, Bd. XV).

Digitized by Google

Glanz, den die Krystallflächen besitzen, eine genaue Bestimmung der angegebenen Winkel ermöglicht.

Eingeschlossen werden die Krystalle von den Flächen der beiden Hemipyramiden $p$ und $p'$, der positiven Hemipyramide $q$, des rhombischen Prismas $M$ und der beiden Pinakoide $o$ und $Q$.

Wählt man die Hemipyramiden $p$ als Grundform, so sind die Abmessungen derselben folgende:

Neigung der langen klinodiagonalen Polkante zur Axe ....44° 34′
„ „ „ „ „ „ Klinodiagonale ....27° 46·5′
„ der kurzen klinodiagonalen Polkante zur Axe ....69° 16′
„ „ „ „ „ „ Klinodiagonale ....38° 23·5′
„ der Mittelkante zur Klinodiagonale ....45° 23′
„ „ „ „ Orthodiagonale ....44° 37′

$$a : b : c = 1 : 1{\cdot}506 : 1{\cdot}526; \quad C = 72° 20{\cdot}5'.$$

Die Axenverhältnisse der oben aufgezählten Gestalten sind:

1. Axenverhältniss von $o$ ..... $a : \infty b : \infty c$
2. „ „ $p$ und $p'$ ... $a : b : c$
3. „ „ $q$ ..... $2a : b : c$
4. „ „ $M$ ..... $\infty a : b : c$
5. „ „ $Q$ ..... $\infty a : \infty b : c$.

Diese Gestalten werden daher bezeichnet:

1. Nach Naumann: $\underset{o}{oP}; \underset{p'}{+P}; \underset{p}{-P}; \underset{q}{+2P}; \underset{M}{\infty P}; \underset{Q}{(\infty P\infty)}$.
2. „ Haidinger: $\underset{o}{o}; \underset{p}{+\frac{A}{2}}; \underset{p'}{-\frac{A}{2}}; \underset{q}{-\frac{2A}{2}}; \underset{M}{\infty A}; \underset{Q}{\infty \breve{D}}$.
3. „ Mohs: $\underset{o}{P-\infty}; \underset{p}{+\frac{P}{2}}; \underset{p'}{-\frac{P}{2}}; \underset{q}{-\frac{P+1}{2}}; \underset{M}{P+\infty}; \underset{Q}{\breve{P}r+\infty}$.

Nach der Bezeichnung von Haidinger und Mohs ist das Axenverhältniss des als Grundgestalt gewählten Augitoides (Hemiorthotypes) durch die Gleichung:

$$a : b : c : d = 3{\cdot}141 : 4{\cdot}964 : 5{\cdot}031 : 1$$

Digitized by Google

gegeben. Die Abweichung der Axe in der Ebene $\infty \breve{D}$ (der kleineren Diagonale) beträgt 17° 39·5′. Die Farbe der Krystalle ist im Ganzen grünlich-stahlgrau.

Herr Sectionsrath Haidinger hat die Krystalle dieser und der folgenden Verbindung in Bezug auf ihr optisches Verhalten untersucht, und ich verdanke der Güte desselben folgende Mittheilung.

Die Basis besitzt, nebst dem linear in der Einfallsebene polarisirten Hauptreflex *o*, der vom Stahlgrau bei nahe senkrechtem Lichteinfalle beginnt, und bei streifender Incidenz weiss ist, noch eine senkrecht auf die Einfallsebene polarisirte Oberflächenfarbe, die erst grünlich, dann blau, bei sehr grossen Einfallswinkeln (nahe streifend) violet wird. Aufpolirte Flächen, besonders wenn die Unterlage sehr eben ist und man mit einem Achatpistill polirt, sind sehr glänzend und haben dieselben Töne. Nach einer Schätzung der Einfallswinkel hat man folgende Übersicht der Abstufungen in den Oberflächenfarben (Fig. 2):

*Fig. 2.*

Einfallswinkel:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $O_1$ | Stahlgrau (durch den Gegensatz | $E_1$ | Grünlichstahlgrau |
| $O_2$ | etwas röthlich) | $E_2$ | mehr ins Grüne .. 30° |
| $O_3$ | bis | $E_3$ | Hochblau ..... 60° |
| $O_4$ | Weiss | $E_4$ | Violet ..... 80° |

Die dünnsten, auf mattgeschliffenem Bergkrystall mit einem Achatpistill aufpolirten Schichten sind im durchgehenden Lichte dunkelkirschroth. Die Seitenflächen der Krystallplättchen zeigen ebenfalls die grünlichblaue Oberflächenfarbe, aber nur in dem senkrecht auf die Basis polarisirten Bilde, sie ist also fest polarisirt. Parallel den Durchschnittskanten mit der Basis erscheint keine Oberflächenfarbe, sondern gewöhnlicher Glasglanz.

### 2. Tetramethylammonium — Trijodid.

$(4C_2H_3)NJ_3$.

Die Krystalle dieser Verbindung sind, weil die Flächen des Prismas *M* (Fig. 3) sehr stark gestreift und die Enden nicht aus-

Digitized by Google

gebildet, sondern durch Bruchflächen begrenzt sind, nicht bestimmbar. Die Prismen scheinen rhomboidisch zu sein. Ich fand die Neigung $\frac{\infty P\infty}{\infty P} = 142^0$ auf einer und $\frac{\infty P\infty}{\infty P} = 121^0$ auf der andern Seite der Pinakoidflächen. Die Kanten des Prismas $\infty P$ erhalten demnach nahe die Werthe 83° und 97°. Die Streifung macht jedoch die Messung so unsicher, dass den angegebenen Werthen wenig Gewicht beigelegt werden darf. Die Körperfarbe ist dunkelorange.

*Fig. 3.*

Diese Verbindung lässt sich fast leichter als die vorige aufpoliren, wobei das Pulver einen schönen Demantglanz annimmt. Bei verschiedenen Einfallswinkeln sind die Töne der Oberflächenfarbe folgende:

| | | | Einfallswinkel: |
|---|---|---|---|
| $O_1$ | Demantglanz, weiss | $E_1$ Demantglanz | |
| $O_2$ | „ „ | $E_2$ hohes Blau ..... | 20° |
| $O_3$ | „ „ | $E_3$ Violet ..... | 60° |
| $O_4$ | „ „ | $E_4$ Spuren von Orange und fast Weiss | 80° |

Dünne mit Achatpistillen aufpolirte Stellen haben im polarisirten Lichte eine kleine Verschiedenheit in der Intensität des durchgelassenen Lichtes. Der in der Richtung des Striches polarisirte Ton ist etwas heller orange, als der senkrecht polarisirte.

Im durchfallenden Lichte ist der Ton $a$ senkrecht zur Axe polarisirt der am stärksten absorbirte, ihm entspricht ein sehr kraftvolles senkrecht zur Axe polarisirtes Oberflächen-Blau. Auf der breiten Fläche $\infty P\infty$ ist auch der reflectirte in der Richtung der Axe polarisirte Strahl von wenig intensiver blauer Farbe.

Auf dem der Endfläche entsprechenden Querbruche zeigt sich deutlich der Unterschied dieses reflectirten Strahles und des dritten ohne Oberflächenfarbe, der dem hellsten Durchsichtigkeits-Organe angehört.

Feine Splitter zeigen im Mikroskope bei neunzigfacher Vergrösserung einen sehr starken Gegensatz der Absorption. Ein Bild ist noch sehr hellgelb, während das andere schon tiefbraun, beinahe schwarz erscheint. Bei dem Pentajodid sieht man nur mit grosser Mühe den helleren Ton, der stärker absorbirte bleibt absolut schwarz. —

Digitized by Google

Vergleicht man die angegebenen Einfallswinkel für nahezu gleiche Töne der Oberflächenfarben beider Substanzen, so ersieht man, dass ihre Grösse von der Substanz abhängt; es wäre daher sehr wünschenswerth, den Gegenstand genauer zu untersuchen.

### 3. Äthylammonium — Platinchlorid.

Die Form der Krystalle dieses Doppelchlorides stimmen mit denen der analog zusammengesetzten Verbindungen des Kaliums, Ammoniums und Trimethylamins, dessen krystallographische Untersuchungen ich bei einer früheren Gelegenheit mitgetheilt habe [1]), nicht überein. Die Krystallform ist ein Rhomboeder, dessen Polkanten von denen des Würfels wenig verschieden sind; sie betragen nämlich 90° 54′. Es ist mir nur ein Rhomboeder bekannt, das dem Hexaeder näher steht, und zwar das des Alunits, dessen Polkanten von Breithaupt zu 89° 10′ 22″ bestimmt wurden.

Weil ausser den Flächen des Rhomboeders auch die des basischen Pinakoides und eines sechsseitigen Prismas vorkommen, so erhalten die Gestalten das Ausseben einer Combination aus dem tesseralen Systeme bestehend aus dem Hexaeder und Oktaeder. Da geringe Winkelunterschiede von Chemikern, welche in Beobachtung von Krystallformen weniger geübt sind, leicht übersehen werden, so würde die Mehrzahl derselben die vorliegende Verbindung ohne Bedenken in das tesserale System eingereiht und für isomorph mit den oben angeführten Verbindungen erklärt haben. Man muss daher dem Herrn Prof. Weltzien, der in einem Briefe an Herrn Prof. Dr. Redtenbacher die Zweifel über den Isomorphismus dieser Verbindung mit den übrigen aussprach, und die genauen Untersuchungen der Krystallformen veranlasste, sehr dankbar sein. Die durch die Messung an verschiedenen Krystallen bestimmten Winkel sind (Fig. 4):

*Fig. 4.*

[1]) Bestimmung der Krystallgestalten in chemischen Laboratorien erzeugter Producte. Wien 1855.

Digitized by Google

Neigung von $r$ zu $r''$ = 90° 54′
„ „ $o$ „ $r$ = 125° 54·5′
„ „ $o$ „ $u$ = 90° 0′ (nahe).

Die beiden ersten Winkel wurden an einem Krystalle der Reihe nach, an allen drei die Polkanten bildenden Flächen gemessen. Die Einzelwerthe waren von den hier angegebenen Winkeln nicht mehr als vier Minuten verschieden. Aber auch die Winkelwerthe, welche an verschiedenen Krystallen erhalten wurden, zeigten keine grössere als die angeführten Differenzen. Da auch die Spaltbarkeit nur nach einer Richtung und zwar parallel den Flächen $o$ ausgezeichnet stattfindet, so muss diese geringe Winkelverschiedenheit als wohlbegründet angesehen werden. Dünne, durch Spalten erhaltene Blättchen, sind biegsam. Die Krystalle haben ausgezeichneten Glasglanz; die Farbe ist orange, das Pulver rein gelb (citronengelb); sie sind wenig dichromatisch. Der ordinäre Strahl ist, bei aufrechter Stellung des Krystalles dunkler orange als der extraordinäre. Der Geschmack ist wenig bitter. Von den oben angeführten Flächen treten die des Prismas meistens hemiedrisch auf. Die Abmessungen in der Grundform sind:

$$R = 90° 54'; \; a = 1{\cdot}1964.$$

Die Axenverhältnisse sind:

1. von $o$ ... $a : \infty b : \infty b : \infty b$
2. „ $r$ ... $a : \infty b : \quad b : \quad b$
3. „ $u$ ... $\infty a : \infty b : \quad b : \quad b.$

Die Bezeichnung der Gestalten ist daher:

1. Nach Naumann: $\underset{o}{oR}; \quad \underset{r}{R}; \infty \underset{u}{R}.$
2. „ Haidinger: $\underset{o}{o}; \quad \underset{r}{R}; \infty \underset{u}{R}.$
3. „ Mohs: $\underset{o}{R} - \infty; \underset{r}{R}; \quad \underset{u}{R} + \infty.$

Nach der Bezeichnung von Haidinger und Mohs ist die Abmessung der Grundform:

$$R = 90°54'; \; a = 2{\cdot}0721.$$

Digitized by Google

### 4. Diäthylammonium — Platinchlorid.

Dieses Doppelchlorid bildet grosse, stark glänzende Krystalle von orangegelber Farbe, die dem monoklinoedrischen (hemiorthotypen) Systeme angehören. Die durch Messung erhaltenen Winkel sind (Fig. 5):

*Fig. 5.*

| | | | | | berechnet: |
|---|---|---|---|---|---|
| Neigung von | *o* | zu | *Q* | = 94° 20′ | |
| „ „ | *o* | „ | *Q′* | = 85° 40′ | |
| „ „ | *Q′* | „ | *p′* | = 118° 38′ | |
| „ „ | *o* | „ | *p′* | = 121° 14′ | |
| „ „ | *p* | „ | *Q* | = 122° 50′ | ...122° 43′ |
| „ „ | *o* | „ | *p* | = 124° 53·5′ | ...124° 55·5′ |
| „ „ | *p* | „ | *p* | = ..... | 98° 48′ |
| „ „ | *N* | „ | *Q* | = 139° (nahe). | |

Aus diesen Winkeln erhält man:

Neigung der langen klinodiagonalen Polkante zur Axe ....44° 36·5′
„ „ „ „ „ „ Klinodiagonale .....41° 3·5′
„ „ orthodiagonalen Polkante zur Axe..... .39° 20′
„ „ „ „ „ Orthodiagonale .50° 40′
„ „ Mittelkante zur Klinodiagonale .....37° 28′
„ „ „ „ Orthodiagonale.....52° 32′
„ „ Axe zur Klinodiagonale .....85° 40′

$a:b:c = 1:1{\cdot}0692:0{\cdot}8195$; $C = 85° 40′$.

Die Krystalle sind eingeschlossen von dem basischen Pinakoide *o*, dem orthodiagonalen Pinakoide *Q*, den beiden Hemipyramiden *p* und *p′*, dem orthodiagonalen Prisma *N* und einem zweiten orthodiagonalen Prisma *L*, dessen Flächen jedoch nur angedeutet sind.

Die Neigung von *L* zu *Q* wurde nahe 147° gefunden. Die Axenverhältnisse dieser Gestalten sind:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Axenverhältniss von | *p* und *p′* | $a:$ | $b:$ | $c$ |
| „ „ | *o* .... | $a:\infty$ | $b:\infty$ | $c$ |
| „ „ | *N*.... | $\infty a:$ | $b:$ | $\frac{3}{4}c$ |
| „ „ | *Q*.... | $\infty a:$ | $b:\infty$ | $c$ |
| „ „ | *L*.... | $\infty a:$ | $b:$ | $2c$. |

Digitized by Google

Bezeichnung dieser Gestalten:

1. Nach Naumann: $oP;\ +P;\ -P;\ \infty P\frac{3}{2};\ \infty P2;\ \infty P\infty.$
   $o\quad p'\quad p\quad N\quad L\quad Q$
2. „ Haidinger: $o;\ +\frac{\breve{A}}{2};\ -\frac{\breve{A}}{2};\ \infty\breve{A}\frac{3}{2};\ \infty\breve{A}2;\ \infty\breve{H}.$
   $o\quad p\quad p'\quad N\quad L\quad Q$
3. „ Mohs: $P-\infty;\ +\frac{\breve{P}}{2};\ -\frac{\breve{P}}{2};\ (\breve{P}+\infty)^{\frac{3}{2}};\ (\breve{P}+\infty)^{2};$
   $o\quad p\quad p'\quad N\quad L$
   $\breve{P}r+\infty.$
   $Q$

Nach der Bezeichnung von Haidinger und Mohs gehören die Krystalle dem augitischen (hemiorthotypen) Systeme an. Das Axenverhältniss ist durch die Gleichung

$$a:b:c:d=13{\cdot}197:14{\cdot}151:10{\cdot}845:1$$

gegeben.

Die Abweichung der Axe in der Ebene der grösseren Diagonale ($\infty\breve{D}$) beträgt 4° 20′. Der Habitus ist dick tafelförmig; die vorherrschenden Flächen sind $oP$, seltener $\infty P\infty$.

Die beobachteten Combinationen erhalten die Zeichen:

1. $oP.+P.-P.\infty P\frac{3}{2}.\ \infty P\infty.$
2. $oP.+P.-P.\infty P2.\ \infty P\infty.$

Herr Professor Müller in Freiberg hat die Krystalle ebenfalls gemessen; nach ihm ist das Axenverhältniss:

$$a:b:c=1:0{\cdot}617:1{\cdot}068:C=85°\,48'.$$

Neigung von $oP$ zu $\infty P\infty$ = 85° 48′
„ „ $oP$ „ $P$ = 108° 25′
„ „ $oP$ „ $(\frac{1}{3}P\infty)$ = 140° 30′
„ „ $P$ „ $\infty P\infty$ = 118° 25′.

(Annalen der Chemie und Pharmacie, neue Reihe, XV, Seite 40.)

### 5. Tetraäthylammonium — Platinchlorid.

*Fig. 6.*

Der Habitus der Krystalle dieser Verbindung ist tetragonal (pyramidal), allein die Flächen sind so uneben, dass es trotz des ausgezeichneten Glanzes, den sie besitzen, unmöglich war, für die Winkel genaue Werthe zu erhalten. Die an mehreren Krystallen gemessenen Kanten ergaben folgende Mittelwerthe (Fig. 6):



Digitized by Google

1. Kante $\frac{o}{p}$:

   124° 55′; 123° 58′; 125° 12′; 123° 48′; 124° 28′.

2. Kante $\frac{o}{M}$:

   91° 0′; 89° 30′; 90° 40′; 89° 10′; 90° 5′.

3. Kante $\frac{M}{M}$:

   90° 10′; 90° 50′; 89° 0′; 89° 30′; 90° 8′.

Die hier angegebenen Werthe der Kanten $\frac{o}{M}$ und $\frac{M}{M}$ entsprechen gleichgelegenen Winkeln. Da die durch Messung erhaltenen Ergänzungswinkel zu denselben von den eigentlich ergänzenden Werthen oft um mehr als einen Grad verschieden sind, so kann eine Abweichung der eben angeführten Winkel von 90° nicht wohl begründet werden. Weil die Kante $\frac{o}{p}$ eben so unvollkommen ausgebildet ist und sich die dafür erhaltenen oben angeführten Winkel der Combinationskante zwischen dem Oktaeder und dem Hexaeder (125° 16′) ausserordentlich nähern, so bleibt es noch zweifelhaft, welchem Krystallsysteme diese Formen angehören. Die Zusammensetzung spricht für das tesserale System [1]) und diese Verbindung wäre dann mit den analogen Verbindungen des Kaliums und Ammoniums isomorph. Der Habitus der Krystalle ist in vielen Fällen entschieden tetragonal. Vier Flächen, welche in einer Zone liegen und sich nahe unter rechten Winkeln schneiden, sind in einer Richtung vorherrschend zu einem tetragonalen Prisma ausgebildet. Dass man aber über das Krystallsystem erst entscheiden könne, wenn die Messungen verlässlichen Anhalt dazu bieten, zeigt die analoge Verbindung des Aethylammoniums, deren Gestalten bei unvollkommener Ausbildung der Kanten und weniger vollkommener Spaltbarkeit sicherlich in das tesserale System eingereiht worden wären. Ohne mich also über das Krystallsystem dieser Gestalten entschieden aussprechen zu können, will ich das Mittel aus den oben angegebenen

[1]) Nach Herrn Prof. Müller's Messungen, die mir noch während des Druckes zugekommen, wären die Krystalle dem tesseralen Systeme einzuverleiben, weil aus drei Messungen $o : p = 125\ 15'$ gefunden wurde. (Ann. d. Chemie u. Pharm. Februar 1855.)

Digitized by Google

Werthen für die Kante $\frac{o}{p}$ als die wahre Kante ansehen, und diesem Winkel entsprechend die Krystalle als dem tetragonalen (pyramidalen) Systeme angehörend betrachten.

Diesem gemäss wären (Fig. 6):

Neigung von $M$ zu $M$ = 90° 0′
„ „ $o$ „ $M$ = 90° 0′
„ „ $o$ „ $p$ = 124° 28′

Aus diesen Winkeln erhält man:

Neigung der Polkante zur Axe..... 44° 9′
„ „ „ „ Diagonale .. 45° 51′
Grösse der Polkante.....108° 40′

$$a = 1{\cdot}0301.$$

Axenverhältniss von $p$ ... $a : b : b$
„ „ $o$ ... $a : \infty b : \infty b$
„ „ $M$... $\infty a : \infty b : b.$

Bezeichnung der Gestalten:

1. Nach Naumann: $\underset{o}{oP}; \underset{p}{P}; \infty \underset{M}{P} \infty.$
2. „ Haidinger: $\underset{o}{o}; \underset{p}{P}; \infty \underset{M}{P}.$
3. „ Mohs: $\underset{o}{P} - \infty; \underset{p}{P}; [\underset{M}{P} + \infty].$



Digitized by Google

## SITZUNG VOM 8. FEBRUAR 1855.

---

# Bericht

*über die folgende Abhandlung des Dr. A. Winckler, betreffend das Problem der vier Punkte bei Anwendung des Messtisches.*

Von dem w. M. S. Stampfer.

(Mit 1 Tafel.)

Wir besitzen bereits eine grosse Zahl von Bearbeitungen und Lösungen dieses berühmten Problems, welches lautet: Wenn drei Punkte auf dem Messtische gegeben sind, denen drei Punkte auf dem Felde entsprechen, und das Instrument auf einem vierten Punkte aufgestellt wird, diesen letztern Punkt auf dem Messtische zu bestimmen.

Die Auflösungen sind entweder directe oder indirecte und bestehen meistens darin, den Messtisch auf dem vierten Punkte zu orientiren, d. h. das Dreieck auf dem Tische mit jenem auf dem Felde parallel zu stellen.

Sei Fig. 1 *A, B, C* das gegebene Dreieck, *D* der gesuchte vierte Punkt. Orientirt man den Messtisch nach dem Augenmaasse, und zieht die Visuren über *A, B, C* nach den correspondirenden Punkten auf dem Felde, so werden sich diese in drei Punkten 1, 2, 3 schneiden, wenn der Tisch nicht richtig orientirt ist; die Winkel $m'$, $n'$ aber sind bei der graphischen Behandlung fast immer ohne merklichen Fehler den wahren $m$, $n$ gleich. Hieraus folgt, dass der Punkt *D* in dem Durchschnitte der Kreise liegen müsse, welche den Dreiecken *AB*3, *BC*1, *AC*2, sich umschreiben lassen.

Das Construiren zweier solcher Kreise ist als zu mühsam, wenig genau und oft unanwendbar, ganz ausser Gebrauch.

Einfacher ist die von Bohnenberger und Bessel gegebene directe Auflösung. Sie beruht darauf, dass jeder der drei obigen

Digitized by Google

Kreise die wahre Visur nach jener Ecke, welche der betreffenden Dreiecksseite gegenübersteht, ausserhalb *D* nochmals schneidet. Praktisch meistens am zweckmässigsten ist hierzu der Kreis durch die äusseren Punkte *A, C,* welcher demnach die wahre Visur *DB* in *E* schneidet.

Denkt man sich *AE, CE* gezogen, so sieht man, dass $\sphericalangle ACE = m = m'$, $\sphericalangle CAE = n = n'$; construirt man demnach diese Winkel, was bekanntlich mit dem Diopterlineal selbst am einfachsten und genauesten geschieht, so erhält man *E,* und *BE* gibt die Orientirung nach dem mittleren Punkte auf dem Felde.

Werden jetzt die drei Visuren gezogen, so sollten sie sich genau in einem Punkte schneiden. Allein meistens ist dieses nicht ganz der Fall, sondern es entsteht, wenn auch ein sehr kleines Fehlerdreieck, und der Geometer hat kein Mittel, seine Arbeit zu verbessern, ausser der Wiederholung, wobei dieselbe Schwierigkeit eintreten kann. Hierin liegt der Grund, warum die Praktiker den directen Auflösungen die indirecten vorziehen, bei welchen man aus entstehenden Fehlerdreiecken selbst Nutzen ziehen und dem wahren Punkte mit beliebiger Schärfe sich nähern kann.

Das Verfahren, welches in der vorliegenden Abhandlung vorgeschlagen wird, besteht nun im Folgenden. Hat man anfangs den Messtisch nach dem Augenmaasse orientirt und ein Fehlerdreieck 1, 2, 3 erhalten, so wird der Tisch im Sinne der einfachen, von Lehmann gegebenen Regel etwas gedreht und man erhält ein zweites, ebenso ein drittes etc. Fehlerdreieck.

Man zieht nun durch drei gleichnamige Punkte 1, 1′, 1″ einen Bogen mit freier Hand, und eben so einen zweiten Bogen z. B. 3, 3′, 3″, so gibt der Durchschnitt beider Bögen den wahren Punkt *D.* Sollte dieser noch ein merkliches Fehlerdreieck geben, so wird dieses auf dieselbe Art mit den früheren verbunden, und der wahre Punkt wohl immer mit gewünschter Schärfe erhalten. Es ist nicht zu bezweifeln, dass dieses Verfahren zum Ziele führt, auch ist es in soferne neu, als man es bisher meines Wissens nicht angewendet hat, obschon es allgemein bekannt ist, dass die Eckpunkte des Fehlerdreieckes bei seinem Fortschreiten Bögen beschreiben, die als Kreisbögen angesehen werden können.

Gegenwärtig ist folgendes Verfahren am meisten in Anwendung. Nachdem auf obige Weise zwei Fehlerdreiecke erhalten sind, werden

Digitized by Google

je zwei correspondirende Punkte, wozu sich die auf der mittleren Visur liegenden (1.1'); (3.3') gewöhnlich am besten eignen, durch gerade Linien verbunden, die demnach Sehnen der Bögen sind. Der Durchschnitt der Sehnen gibt dann einen genäherten Punkt $D$ um so genauer, je kürzer dieselben bis zum Durchschnitte sind. Wird mit diesem Punkte die mittlere Visur orientirt, so wird ein viel kleineres Fehlerdreieck entstehen, welches auf gleiche Weise mit einem der früheren verbunden wird.

Der jetzt erhaltene Punkt wird bei einiger Übung selten merklich vom wahren Punkte verschieden sein.

Da demnach zwei Fehlerdreiecke ein Mittel an die Hand geben, das dritte verhältnissmässig klein zu machen, so erscheint dies offenbar besser, als mit Dr. Winckler dasselbe willkürlich zu bilden. Hingegen wird es vortheilhafter sein, das dritte Fehlerdreieck nicht mit einem der früheren durch gerade Linien, sondern mit beiden nach Winckler's Vorschlag durch Bögen zu verbinden. Denn, da der wahre Punkt dem dritten Fehlerdreiecke schon bedeutend nahe liegt, so gibt das Ziehen der Bögen mit freier Hand die gehörige Sicherheit.

Obschon dieses Problem schon so vielseitig bearbeitet ist, so erlaube ich mir doch bei dieser Gelegenheit ein Paar Sätze anzuführen, welche dasselbe betreffen.

Hat man ein Fehlerdreieck auf dem Messtische erhalten, so lässt sich immer ein zweites construiren von der Eigenschaft, dass die Geraden, welche correspondirende Punkte der beiden Fehlerdreiecke verbinden, sich genau auf der mittleren Visur schneiden.

Die Eckpunkte des Fehlerdreieckes, welche den Visuren nach $A$, $B$, $C$ gegenüberstehen, seien mit 1, 2, 3 bezeichnet; $u$ der Fehler der Orientirung. Bezieht man die Eckpunkte des Fehlerdreieckes (Fig. 1) durch Coordinaten auf $BD$, und setzt $BD = d$, so ist

$$x_1 = \frac{d \sin (N+u) \cos u}{\sin N}$$

$$y_1 = \frac{d \sin (N+u) \sin u}{\sin N};$$

für eine zweite Stellung des Tisches geht blos $u$ in $u'$ über.

Digitized by Google

Bezeichnet $X_1$ den Abstand des Durchschnittes der (1.1′) mit $BD$ von $D$ gegen $B$ gezählt, so findet man

$$X_1 = -\frac{d \,.\, \sin u \,.\, \sin u'}{\sin N \,.\, \sin (N + u + u')}$$

ganz auf gleiche Art

$$X_2 = -\frac{d \,.\, \sin u \,.\, \sin u'}{\sin M \,.\, \sin (M - u - u')}$$

und auf etwas weitläufigerem Wege

$$X_3 = -\frac{d \,.\, \sin \alpha \,.\, \sin u \,.\, \sin u'}{\sin N \,.\, \sin M' \sin (\alpha + N - M' + u + u')}$$

wo $M' = \sphericalangle CAD$, und $N' = \sphericalangle ACD$.

Hiernach können diese Verbindungslinien nie durch $D$ gehen, ausser es ist $u$ oder $u' = o$, wo es sich dann von selbst versteht, da eines der Fehlerdreiecke $= o$ ist. Da obige Ausdrücke negativ sind, so liegen die Durchschnitte nicht zwischen $D$ und $B$, sondern unter $D$, wenn $u$, $u'$ einerlei Zeichen haben, oder die Fehlerdreiecke auf derselben Seite der mittleren Visur liegen, hingegen sind obige $X$ positiv, wenn $u$, $u'$ verschiedene Zeichen haben.

Sollen z. B. (1.1′) und (3.3′) sich auf der mittleren Visur $BD$ schneiden, so muss $X_1 = X_3$ sein; dies gibt die Bedingung

$$\sin (M+N) \sin (N-M+u+u') = o,$$

$\sin (M+N) = o$, oder $M+N = 180^0$ gibt den unbestimmten Fall, wenn die vier Punkte $A$, $B$, $C$, $D$ in einem Kreise liegen, welcher Fall demnach unbrauchbar. Unser Ausdruck wird aber auch $= o$, wenn $N+u' = M-u$ oder $N+u = M-u'$. Es ist also (Fig. 2) $\sphericalangle BA2' = \sphericalangle BC2$, oder auch $BC2' = BA2$ zu machen, oder die Winkel in $A$ und $C$, welche der mittleren Visur gegenüberstehen, sind mit einander zu vertauschen. Da die Summe dieser Winkel constant bleibt, so ist nur einer derselben überzutragen.

Macht man z. B. $\sphericalangle BA2' = \sphericalangle BC2$, und orientirt mit $A2'$ den Tisch nach $A$, so erhält man das Fehlerdreieck 1′, 2′, 3′ von der Eigenschaft, dass die Geraden (1.1′), (3.3′) sich auf $BD$ schneiden.

Dem Übertragen eines Winkels sind die Praktiker jedoch in der Regel sehr abgeneigt, allein da selbst blos willkürlich entstandene Fehlerdreiecke den Durchschnitt schon nahe an der mittleren Visur geben, so genügt hier auch eine wenig genaue Übertragung, etwa mit

Digitized by Google

Hilfe eines Stückes Strohpapier u. dgl., um den Durchschnittspunkt hinreichend genau zu erhalten. Gehen $u$, $u'$ nicht über 20° und liegen sie auf verschiedener Seite, so kann, wie die Rechnung zeigt, der übertragene Winkel um $^1/_2$ Grad unrichtig sein, ohne dass der erhaltene Punkt erheblich (etwa über $^1/_{100}$ Zoll) unrichtig wird. Übrigens lässt sich diese Übertragung auch mit dem Diopterlineal ausführen.

Sei (Fig. 2) der Tisch in jener Lage, bei welcher das Fehlerdreieck 1, 2, 3 entstanden ist.

Man lege das Diopterlineal an $BC$ und merke sich die Richtung dieser Visur in der Ferne.

Wird hierauf das Lineal an $AB$ gelegt, nach $C$ orientirt und über $A$ nach dem erwähnten Richtpunkte visirt, so erhält das Diopterlineal die Lage $A\,2'$, mit welcher man den Tisch nach $A$ orientiren und das zweite Fehlerdreieck bilden kann.

Eben so lassen sich die Bedingungen angeben, unter welchen sich (1.1'), (2.2') oder (2.2'), (3.3') auf der mittleren Visur schneiden.

Es ist näml. $X_1 - X_2 = o$, wenn $\sin(N' - \beta) \sin(N' - M + u + u') = o$
und $X_2 - X_3 = o$, wenn $\sin(M' - \alpha) \sin(N - M' + u + u') = o$

$N' = \beta$, und $M' = \alpha$, enthalten die Bedingung, dass die vier Punkte in einem Kreise, was hier unbrauchbar.

Es ist somit im erstern Falle $M - u' = N' + u$ oder $M - u = N' + u'$
„ zweiten „ $M' - u' = N + u$ „ $M' - u = N + u'$

zu machen. Die allgemeine Regel für alle drei Fälle ist demnach:

Man vertausche in $A$ und $C$ die Winkel der äusseren Visuren mit jenen Dreieckseiten, welche den Winkeln oder Ecken des Fehlerdreieckes gegenüberstehen, die man verbinden will.

Der Durchschnitt fällt dann immer auf die mittlere Visur.

Falls man eine praktische Anwendung hiervon machen will, kann je nach Umständen die eine oder andere Combination der Punkte zweckmässiger sein, nämlich jene, wobei die zu vertauschenden Winkel nicht gar zu sehr verschieden sind.

Eben so kann vom zweiten Fehlerdreiecke die Eigenschaft verlangt werden, dass die Verbindungslinien gleichnamiger Eckpunkte sich auf $DA$ oder $DC$ schneiden. Die Ausdrücke, worauf ich indessen hier nicht weiter eingehe, sind jenen in (1) ähnlich. Auf beiden

Digitized by Google

Seiten ergeben sich wieder drei Fälle, je nachdem man die Punkte combinirt, so dass zu einem gegebenen Fehlerdreiecke sich neun verschiedene Fehlerdreiecke angeben lassen, von denen jedes in Verbindung mit dem gegebenen die Orientirung des Messtisches bestimmt.

Andere und zum Theil einfachere Relationen ergeben sich, wenn auch das erste Fehlerdreieck nach einer gegebenen Bedingung construirt wird. Wir wollen die correspondirenden Punkte auf dem Felde mit $A'$, $B'$, $C'$ bezeichnen. Orientirt man z. B. $AB$ nach $C'$ und bildet bei dieser Lage das erste Fehlerdreieck; ebenso das zweite, während $CB$ nach $A'$ orientirt ist, so schneiden sich $(1.1')$, $(3.3')$ auf der wahren Visur $BD$. Diese Auflösung wird praktisch mehr brauchbar, wenn der Punkt $D$, wie Figur 1, ausser dem Dreiecke $ABC$ einer Seite gegenüber liegt, weil dann das Viereck $ABCD$ sich einem Parallelogramme mehr oder weniger nähert, mithin nur geringe Drehungen des Tisches erforderlich sind, um die Orientirungen $AB$ nach $C'$ und $CB$ nach $A'$ zu erhalten. Die gegebene Vorschrift bleibt giltig, wenn die Buchstaben $A$, $B$, $C$ an den Ecken des Dreieckes beliebig verwechselt werden.

Ähnliche Eigenschaften der Fehlerdreiecke lassen sich noch mehrere finden, indem man z. B. auch die Durchschnitte untersucht, welche sich ergeben, wenn nicht correspondirende Punkte zweier Fehlerdreiecke verbunden werden. Diese Verbindungslinien können durch den Punkt $D$ gehen. Macht man z. B. Fig. 1 beim zweiten Fehlerdreiecke $N + u' = 180^\circ - (M - u)$, so geht $(1'.3)$ durch $D$; hingegen geht $(1.3')$ durch $D$, wenn $M - u' = 180^\circ - (N + u)$ gemacht wird, wodurch dann $D$ bestimmt ist. Von praktischem Nutzen ist dieses jedoch nicht, da die bekannten Auflösungen einfacher sind.

Die einfachste und desshalb vorzüglichste directe Auflösung bleibt wohl immer die Bessel'sche. Es ist dabei nicht nöthig, den Orientirungspunkt $E$, Figur 1, auf die mittlere Visur $DB$ zu beschränken, wie es bisher üblich zu sein scheint, sondern man kann ihn nach Umständen vortheilhafter auf $DA$ oder $DC$ legen.

Die einfache Vorschrift hierzu ist folgende. Man nehme z. B. die Seite $AB$, orientire sie nach $A'$ so, dass $A$ nach vorne gegen $A'$ zu liegen kommt, und ziehe durch den hinteren Punkt $B$ eine Visur nach dem dritten Punkte $C'$; hierauf wird $AB$ nach $B'$

Digitized by Google

orientirt, wobei also $B$ nach vorne zu liegen kommt, und durch den hinteren Punkt $A$ eine Visur nach $C'$ gezogen. Beide Visuren schneiden sich auf der wahren Visur $DC$. Diese Vorschrift bleibt giltig, wenn die Buchstaben $A$, $B$, $C$ an den Ecken des Dreieckes beliebig verwechselt werden. Allgemein könnte sie etwa so lauten:

Man wähle eine beliebige Seite des Dreieckes $ABC$, orientire sie einmal nach dem einen und dann nach dem andern ihrer Punkte so, dass der vordere Punkt mit dem auf dem Felde gleichnamig ist, und ziehe jedesmal durch den hintern Punkt eine Visur nach dem dritten Punkte auf dem Felde. Beide Visuren schneiden sich auf der wahren Visur nach diesem dritten Punkte.

Meines Erachtens kann man auch die Bessel'sche Auflösung zweckmässig mit den Fehlerdreiecken verbinden. Eine auch nur flüchtige Bestimmung des Orientirungspunktes genügt, um ein ganz kleines Fehlerdreieck zu erhalten. Wird hierauf der Tisch etwas gedreht, und ein zweites Fehlerdreieck gebildet, so wird die Verbindung beider den wahren Punkt fast immer mit gewünschter Schärfe geben.

Man vermeidet auf diese Art die Gefahr, das erste Mal ein zu ungeschicktes Fehlerdreieck zu erhalten.

Digitized by Google

*Fig. 1.*

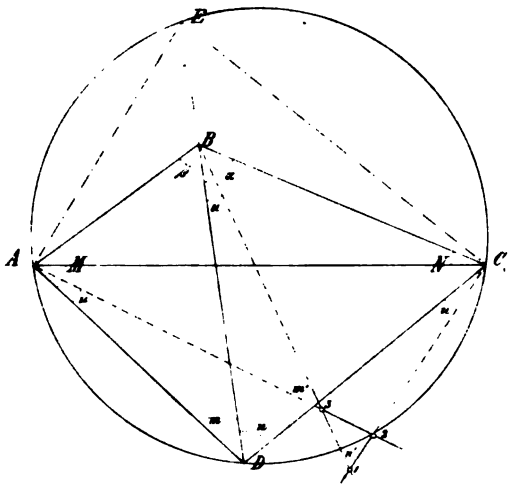
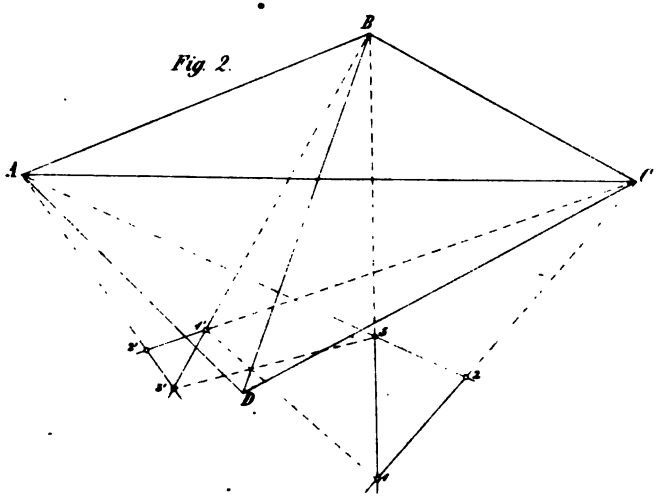



*Fig. 2.*




Aus d. k. k. Hof-u. Staatsdruckerei

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. XV Bd. 2 Heft. 1855.

Digitized by Google

Digitized by Google

# Eingesendete Abhandlungen.

## *Über das Problem der vier Punkte bei Anwendung des Messtisches.*

Von **Dr. Anton Winckler,**
Professor der praktischen Geometrie und des Situations-Zeichnens an der k. k. technischen Lehranstalt in Brünn.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 4. Jänner 1855.)

1.

Die praktische Wichtigkeit der Aufgabe, aus der bekannten Lage dreier Punkte auf dem Felde die Lage eines vierten Punktes blos durch Messung der Winkel, welche die von ihm nach den gegebenen Punkten gehenden Visirlinien mit einander bilden, zu bestimmen, hat, wie bekannt, eine grosse Anzahl von Abhandlungen und verschiedene Lösungen hervorgerufen.

Diese Lösungen, die zum Theile von den ausgezeichnetsten Geometern herrühren, unterscheiden sich natürlich darin, ob der Theodolit oder der Messtisch zur Anwendung kommt.

Bei Anwendung des Theodoliten geschieht die Lösung, wie sich von selbst versteht, nur durch Rechnung, und in dieser Hinsicht ist die Sache als erledigt zu betrachten.

Nicht in gleichem Masse ist dies bei den bis jetzt bekannten Auflösungen der Fall, welche sich auf den Gebrauch des Messtisches beziehen, wo begreiflich nur die graphische Methode anwendbar ist. Denn hier stellt der Praktiker mit Recht die Anforderung, dass die Auflösung (das Rückwärtseinschneiden genannt) in allen Fällen, welche überhaupt eine solche zulassen, leicht (ohne weitläufige Sätze und Regeln beachten zu müssen), bequem (ohne geometrische Constructionen mit Cirkel und Lineal und ohne grössere Drehungen des Messtischblattes), sowie schnell und sicher auf dem Felde ausgeführt werden könne.

In der That entsprechen die bisher üblichen Verfahrungsarten diesen Anforderungen nicht vollständig, und es scheint zur näheren Begründung angemessen, die wichtigsten jener Methoden mit Rücksicht auf die angeführten Gesichtspunkte in Kürze zu betrachten.

Digitized by Google

Bekanntlich kommen praktisch nur noch die Methode der directen Bestimmung des vierten Punktes oder Standortes von Bessel und Bohnenberger, durch welche ein zweiter Punkt (Hilfspunkt) der Orientirungslinie nach einem der drei gegebenen Punkte construirt wird, sodann die beiden Näherungsmethoden von Lehmann und Netto zur Anwendung.

Das erstere, directe Verfahren leidet, so einfach es sonst zu sein scheint, wie dies in jedem guten Lehrbuche auseinander gesetzt wird, an dem Übelstande, dass unter Umständen der Hilfspunkt entweder durch einen schlechten Schnitt erhalten wird oder zu nahe an denjenigen der drei Punkte fällt, welcher mit ihm die Orientirungslinie bestimmt, so dass diese unsicher wird, oder endlich, dass der Hilfspunkt ausserhalb des Tischblattes fällt. Kann man sich in diesen Fällen auch auf andere Weise helfen, so entstehen daraus doch Umständlichkeiten. Eine wesentliche Verzögerung der Arbeit entsteht aber immer dadurch, dass grössere Drehungen des Tischblattes und in deren Folge wiederholte Einstellungen desselben nothwendig werden.

Diese Rücksichten waren es wohl, welche zur Aufsuchung einer anderen, approximativen Lösung Veranlassung gaben, bei welcher eine Drehung des Tischblattes von Hause aus ganz umgangen und wobei, wenn die Orientirung nach Schätzung einigermassen gelungen ist, nur noch sanfte Mikrometerbewegungen erforderlich werden, welche eine weitere Berücksichtigung der Libelle nicht mehr nöthig machen. Nachdem nämlich zwei kleine, sogenannte Fehlerdreiecke erhalten worden sind, welche in Bezug auf die „mittlere" Visirlinie eine entgegengesetzte Lage haben, kann man, wie bekanntlich Lehmann gezeigt hat, durch Schätzung einen Punkt finden, bei welchem die auf die beiden äusseren Visirlinien gefällten Perpendikel sich nahezu wie diese Linien verhalten, und welcher dann ebenfalls nahezu ein Punkt der mittleren Visirlinie ist, nach der man nun den Tisch orientiren kann. Dieser Orientirung wird aber meistens wieder ein Fehlerdreieck entsprechen, und ohne einige Wiederholungen des Verfahrens wird man wohl selten ganz scharf zum Ziele gelangen. So sicher man nun dieses auch erreichen wird, so beschwerlich wird es demjenigen Geometer sein, der in jener Schätzung nicht bald das Rechte trifft, oder dessen Gedächtniss einen der Lehrsätze nicht treu bewahrt hat, welche Lehmann

Digitized by Google

rücksichtlich der gegenseitigen Lage der mittleren Visirlinie und der Fehlerdreiecke auf empirischem Wege gefunden hat, und welche später von Herrn Professor Hartner in den Sitzungsberichten der kais. Akademie der Wissenschaften allgemein bewiesen worden sind.

Diese Rücksichten hinwieder mögen es gewesen sein, welche Netto zur Ermittelung eines mehr directen, von blossen Schätzungen unabhängigen Verfahrens führten, vermöge welchen aus blos zwei Fehlerdreiecken ein zweiter Punkt der mittleren Visirlinie durch Construction erhalten werden kann. Dieses Verfahren, im weiteren als bekannt vorausgesetzt, erfordert, wenigstens behufs einer schärferen Bestimmung jenes Punktes, ebenfalls die Kenntniss der Lehmann'schen Sätze, bedingt das Operiren mit sehr kleinen Linienstücken vermittelst des Cirkels und liefert den gesuchten Punkt durch einen einzigen, nicht selten sehr schiefen Schnitt. Es ist also auch hierbei nicht jede Hilfsconstruction mit Cirkel und Lineal vermieden, und wird man wohl öfter, ohne Wiederholung des Verfahrens, eine scharfe Orientirung des Tisches nicht erlangen können.

## 2.

Das Verfahren nun, welches wir dem Praktiker als in allen Fällen leicht, bequem und sicher zum Ziele führend empfehlen möchten, und welches weder die Kenntniss der Lehmann'schen Sätze, noch anderer Constructionsregeln voraussetzt, auch den Gebrauch des Cirkels nicht nothwendig macht, sondern auf rein mechanische Weise die Lage des Standortes auf dem Messtischblatte mit aller erforderlichen Schärfe liefert, nachdem nur etwa drei grössere oder kleinere Fehlerdreiecke erzeugt worden sind, — ein solches Verfahren, welches also allen Eingangs gestellten Anforderungen entspricht, liegt viel näher als alle vorhin aufgeführten Regeln und beruht auf der folgenden überaus einfachen Bemerkung. Denkt man sich nämlich das Messtischblatt continuirlich gedreht und in jeder Lage desselben durch zwei der gegebenen Punkte und die entsprechenden auf dem Felde Visirlinien gezogen und ihre Durchschnittspunkte auf dem Blatte bemerkt, so werden diese Punkte in ihrer Gesammtheit eine krumme Linie — Scheitelcurve — bilden, welche, wie schon aus elementaren Gründen klar ist, und wie wir zum Überflusse noch näher zeigen werden, einem Kreise sehr nahe kommt, und in welcher derjenige Punkt liegt, durch welchen die

Digitized by Google

Visirlinien gehen müssen, wenn die beiden gegebenen Punkte auf dem Tischblatte in einer zur entsprechenden auf dem Felde parallelen Linie liegen. Da aber drei Punkte auf dem Blatte gegeben sind, so kann man je zwei derselben auf dreierlei Arten mit einander verbinden und erhält also auf beschriebene Weise drei verschiedene Curven, wovon jede den gesuchten Punkt — Standort — enthalten muss. Dieser kann also nur im gemeinschaftlichen Durchschnittspunkte aller drei Curven liegen und ist durch den letzteren vollständig bestimmt.

Die praktische Ausführung des hierdurch angedeuteten Verfahrens lässt sich nun einfach wie folgt bezeichnen.

Man orientire den Tisch von Auge aus so genau als möglich, und ziehe nach den drei gegebenen Punkten die Visirlinien, welche im Allgemeinen ein Fehlerdreieck liefern werden. Man drehe hierauf das Tischblatt vermittelst der Mikrometerschraube einmal nach der rechten und einmal nach der linken Seite um soviel, dass die beiden neuen, auf gleiche Weise entstehenden Fehlerdreiecke zu entgegengesetzten Seiten des erstern liegen und etwa grösser als dieses sind. Bezeichnet man dabei, um Irrungen vorzubeugen, die drei gegebenen Punkte auf dem Tische mit $a$, $b$, $c$, und die Durchschnittspunkte der Visirlinien nach $a$ und $b$, nach $a$ und $c$, nach $b$ und $c$ beziehungsweise beim ersten Fehlerdreiecke mit $\gamma$, $\beta$, $\alpha$, beim zweiten mit $\gamma'$, $\beta'$, $\alpha'$, und beim dritten mit $\gamma''$, $\beta''$, $\alpha''$, so sind nun $\alpha$, $\alpha'$, $\alpha''$ und $\beta$, $\beta'$, $\beta''$ und $\gamma$, $\gamma'$, $\gamma''$ jedesmal drei Punkte der oben bezeichneten Curven. Diese Curven lassen sich, soweit wir ihrer bedürfen, mit um so grösserer Sicherheit durch einen blossen Freihandzug construiren, als die Punkte, durch welche sie gehen müssen, fast immer sehr nahe an einander liegen, die Curven selbst aber äusserst nahe eine constante Krümmung haben, nämlich Kreisbogen sind, ausserdem durch die Punkte $a$, $b$; $a$, $c$; $b$, $c$ gehen und sich in einem gemeinschaftlichen Punkte schneiden müssen, so dass bei einiger Übung und Sorgfalt rücksichtlich ihrer Construction jede Willkürlichkeit sich von selbst ausschliesst. In welch' hohem Grade dies der Fall ist, habe ich mich vielfältig und unter den verschiedensten Umständen praktisch überzeugt, und einige wenige Versuche werden für jeden Geometer hinreichen, um alle Zweifel in die vollkommene Zuverlässigkeit und ungemeine Förderlichkeit des Verfahrens zu beseitigen.

Digitized by Google

Sollte sich indessen zeigen, dass, nachdem bereits drei Fehlerdreiecke erhalten und die einander entsprechenden Eckpunkte derselben durch Bogen verbunden worden sind, diese Bogen sich erst in ihrer Verlängerung schneiden, dass also die anfängliche Orientirung noch sehr unrichtig war, so erhält man eben hierdurch den sichersten Fingerzeig, nach welcher Richtung das Messtischblatt weiter zu drehen sei, um ein viertes Fehlerdreieck zu erhalten, welches nun ganz gewiss über dem gesuchten Punkte hinaus liegt. Da nun die drei Curvenbogen mit Sicherheit bis zu den respectiven Eckpunkten dieses neuen Fehlerdreieckes fortgesetzt werden können, und der Durchschnittspunkt in ihnen selbst und nicht mehr in ihren Verlängerungen liegt, so ergibt er sich mit derselben Bestimmtheit wie in dem oben zuerst angenommenen Falle.

Übrigens braucht kaum bemerkt zu werden, dass, da die Bildung der Fehlerdreiecke sehr leicht und schnell von Statten geht und da, je grösser die Zahl derselben ist, um so bequemer die Curven gezogen werden, es der Bequemlichkeit des ganzen Verfahrens keinen Eintrag thut, wenn man überhaupt statt drei etwa vier oder fünf Fehlerdreiecke nach einander bildet, die an der Stelle, wohin der gesuchte Punkt fallen wird, in kleineren Zwischenräumen auf einander folgen.

Nach dem bisher Ausgeführten ist ferner klar, dass das obige Verfahren unmittelbarer und schneller als jedes andere den bekannten Ausnahmefall, in welchem das Problem keine oder nur eine sehr unsichere Auflösung zulässt, anzeigt, den Fall nämlich, in welchem der Standort mit den drei gegebenen Punkten nahezu oder ganz genau in einem Kreise liegt. Auf das Stattfinden dieses Falles wird man nämlich sogleich schliessen, wenn die drei Curven sehr nahe zusammenfallen und demgemäss ihr Durchschnittspunkt unsicher wird, und dies zeigt sich schon auf das Bestimmteste, nachdem drei Fehlerdreiecke gebildet und ihre entsprechenden Eckpunkte durch Curvenbogen verbunden worden sind. Bei jeder anderen Lage des Standortes, und insbesondere dann, wenn die Entfernungen desselben von den drei Punkten unter sich sehr ungleich sind, werden sich immer wenigstens zwei dieser Bogen unter so grossen Winkeln durchsetzen, dass ihr Schnittpunkt mit der nöthigen Schärfe erscheint.

Diese umständlichere Darlegung des Verfahrens schien durch den Umstand geboten, dass dasselbe, so nahe es liegt und so weniger theoretischer Auseinandersetzungen es erfordert, in keinem der mir

Digitized by Google

bekannten Werke, welche diesen Gegenstand behandeln, erwähnt wird. In einigen Lehrbüchern über praktische Geometrie, z. B. jenem von Herrn Prof. Grunert, wird (S. 230) nach Böhnenberger zwar bemerkt, dass man den Standort näherungsweise dadurch auf dem Tischblatte bestimmen könne, dass man die sich correspondirenden Eckpunkte zweier Fehlerdreiecke durch gerade Linien verbinde und ihren Durchschnittspunkt bestimme. Aber abgesehen davon, dass sich auch bei nahe an einander liegenden Fehlerdreiecken die meistens ziemlich stark gekrümmten Curvenbogen mit einiger Genauigkeit zwar der Grösse aber nicht der Richtung nach durch ihre Sehnen ersetzen lassen, ist eine schnelle und sichere Bestimmung des Standortes auf diese Weise schon darum unmöglich, weil sich die drei Sehnen, die man ziehen kann, wohl niemals in einem Punkte treffen werden, und man also statt des richtigen, drei ungenaue Punkte für den Standort erhält.

3.

Die oben mitgetheilte, auch dem weniger unterrichteten Praktiker zugängliche Auflösung erledigt, wie wir glauben, die immer noch häufig zu vernehmenden Einwürfe gegen die öftere Anwendbarkeit dieses nützlichen Problems. In der That wird man sich desselben nicht nur in dem Falle, wo drei Punkte auf dem Blatte gegeben sind, wovon keiner sich zur Aufstellung des Instrumentes eignet, sondern auch in mehreren anderen Fällen mit Nutzen bedienen, die wir nun in Kürze anführen werden.

*A.* Wenn in einem der drei Punkte eine Aufstellung zwar möglich, aber für die Detailaufnahme nicht weiter von Nutzen wäre, und nur den Zweck haben würde eine Orientirungslinie nach einem neuen Standorte hin zu liefern, so wird man es vorziehen, sich unmittelbar auf diesem Standorte aufzustellen und denselben, wie oben auseinander gesetzt, aus den gegebenen Punkten durch Rückwärtseinschneiden zu bestimmen. Man gewinnt dadurch nicht nur an Zeit, sondern hat vermöge der gleichzeitigen Benützung aller drei Punkte zugleich eine im Verfahren selbst liegende Controle und die Sicherheit, den richtigen Punkt erhalten zu haben, welche um so mehr in Anschlag zu bringen ist, als etwaige Orientirungsfehler, welche bei jener Hilfsaufstellung eintreten könnten, hierbei ganz vermieden werden.

Digitized by Google

*B.* Eine weitere nicht minder bemerkenswerthe Anwendung lässt das Problem vermöge seiner leichtern Auflösung in dem Falle zu, wenn man zwar eine Orientirungslinie nach dem neuen Standorte hin bereits besitzt, der durch Seitwärtsabschneiden nach einem zweiten Fixpunkte erhaltene Schnitt aber nicht ganz günstig ist, oder die Controle nach einem dritten Punkte nicht aushält, sondern ein Fehlerdreieck gibt, so dass man genöthigt wäre durch eine neue Aufstellung des Messtisches eine günstigere Orientirungslinie von einem andern Fixpunkte aus zu erheben oder die bereits gegebene zu verbessern, wodurch in beiden Fällen die Arbeit verzögert würde. Statt dessen wird man den einmal eingenommenen Standpunkt beibehalten, vermittelst der gegebenen Orientirungslinie den Tisch einstellen und nun den Standort mit Schärfe durch Rückwärtseinschneiden bestimmen. Die Zweckmässigkeit dieses Verfahrens bedarf für den praktischen Geometer keiner weitern Auseinandersetzung, denn es ist klar, dass es in allen Fällen das bequemste und sicherste Mittel darbietet, um die durch mehrere auf einander folgende mittelbare Orientirungen des Tisches eintretenden Fehler zu beseitigen und den jeweiligen Standort den Fixpunkten möglichst genau anzuschliessen.

Von den mannigfachen Anwendungen, deren die beschriebene rein mechanische und von allen geometrischen Lehrsätzen unabhängige Methode zur Lösung schwierig scheinender Aufgaben fähig ist, und welchen der Leser manche selbst beifügen wird, mögen nur noch die folgenden zwei Erwähnung finden.

*C.* Die Lage zweier Punkte und die Entfernung eines derselben vom Standorte ist gegeben; es soll der Tisch orientirt, respective der Standort bestimmt werden. Man beschreibe mit jener gegebenen Entfernung aus ihrem ebenfalls gegebenen Endpunkte einen Kreisbogen und bilde, nachdem der Messtisch von Auge aus möglichst genau orientirt ist, mit Hilfe von drei oder mehreren Durchschnitten der nach den beiden Punkten auf dem Blatte und auf dem Felde gezogenen Visirlinien einen jenen Kreis durchsetzenden Bogen der in Art. 2 erwähnten Scheitelcurve, so wird man, wie nicht näher gezeigt zu werden braucht, den Standort aus einer einzigen Aufstellung des Tisches erhalten. Obgleich diese Aufgabe gewiss nur selten vorkommen wird, so schien sie doch darum erwähnenswerth, weil wohl jede andere Auflösungsart zwei Aufstellungen des Messtisches erfordern würde.



Digitized by Google

*D.* Eine ähnliche Behandlung ergibt sich für die folgende Aufgabe. Die Lage dreier Punkte ist gegeben, wovon aber keiner von dem anderen aus sichtbar ist. Man besitzt ferner die Orientirungslinie von einem dieser Punkte nach einem vierten, — dem Standorte des Messtisches, kann aber von diesem aus nicht zurückorientiren, weil sich nach dem entsprechenden Punkte des Terrains nicht visiren lässt; nach den beiden anderen gegebenen Punkten dagegen ist die Visirrichtung frei. Es soll nun der Messtisch orientirt, beziehungsweise der Standort auf dem Blatte bestimmt werden.

Man orientire den Tisch von Auge aus möglichst genau, bilde auf angegebene Weise mittelst der beiden sichtbaren Punkte die Scheitelcurve der Visirlinien und bestimme mit Schärfe den Punkt, in welchem sie die gegebene Orientirungslinie durchschneidet, so ist dieser der Standort auf dem Blatte. Eine Hilfsaufstellung ist auch hier nicht erforderlich, und es löst sich also diese Aufgabe, welche, wie die vorhergehende, meines Wissens noch nicht erörtert worden ist, auf ganz einfache Art.

Diese Aufgabe kann z. B. in gebirgigen Gegenden bei graphischen Triangulationen in Fällen vorkommen, wenn der gegebene Punkt, von welchem aus nach dem neuen Standorte rayonnirt werden kann, viel tiefer als dieser liegt, so dass man den letzteren vom ersteren, aber nicht umgekehrt diesen von jenem uns anvisiren kann.

## 4.

Von rein theoretischem Gesichtspunkte betrachtet, scheint es angemessen zu sein, hier noch einige Eigenschaften der oben zur Sprache gebrachten krummen Linien näher zu untersuchen, welche der Durchschnittspunkt der Visirlinien beschreibt, wenn dieselben bei fortgesetzter Drehung des Messtischblattes um seine Verticalaxe jedesmal durch die sich entsprechenden Punkte auf dem Felde gezogen werden.

Zur Gleichung dieser Curve scheint man am kürzesten auf dem folgenden Wege zu gelangen.

Es seien (Fig. 1) $A$, $A_1$ die beiden Punkte auf dem Felde, $O$, $O_1$ die entsprechenden auf dem Messtische, und $P$ der Durchschnittspunkt der beiden darauf gezogenen Visirlinien.

Ferner sei $C$ die Drehaxe des Tischblattes.

Digitized by Google

In dem Dreiecke $ACA_1$ können alle Seiten und Winkel als bekannt angenommen werden, und zwar sei:

$$a = AC, \quad a_1 = A_1 C,$$

$\alpha, \alpha_1$ seien die Winkel bei $A$ und $A_1$,
$\gamma = \alpha_1 - \alpha$ der Winkel bei $C$. Die Lage der Linie $O O_1$ ist bestimmt durch die Grössen

$$r = OC, \quad \varpi = COO_1, \quad \delta = OO_1.$$

Die Linie $O O_1$ bilde mit $AA_1$ den Winkel $\theta$ und werde als Abscissenaxe, $O$ als Anfangspunkt angenommen. Es seien ferner:
$X, Y$ und $X_1, Y_1$ die Coordinaten der Punkte $A, A_1$;
$x, y$ die Coordinaten des Punktes $P$ der in Frage stehenden Curve;
$\rho$ und $\varphi$ seien die Polar-Coordinaten dieses Punktes, $O$ als Pol und $OO_1$ als Anfangsrichtung betrachtet.

Unmittelbar aus der Figur ergeben sich nun für die Curve die folgenden zwei Bestimmungs-Gleichungen

$$\begin{aligned} x\,Y &= y\,X \\ (x-\delta)\,Y_1 &= y\,(X_1 - \delta) \end{aligned} \tag{1}$$

wobei

$$\begin{aligned} X &= r\cos\varpi + a\cos(\alpha - \theta) \\ Y &= r\sin\varpi + a\sin(\alpha - \theta) \\ X_1 &= r\cos\varpi + a_1\cos(\alpha_1 - \theta) \\ Y_1 &= r\sin\varpi + a_1\sin(\alpha_1 - \theta). \end{aligned}$$

Hieraus erhält man

$$\begin{aligned} x\{r\sin\varpi + a\sin(\alpha-\theta)\} &= y\{r\cos\varpi + a\cos(\alpha-\theta)\} \\ (x-\delta)\{r\sin\varpi + a_1\sin(\alpha_1-\theta)\} &= y\{r\cos\varpi + a_1\cos(\alpha_1-\theta) - \delta\}, \end{aligned} \tag{2}$$

woraus noch $\theta$ zu eliminiren ist, um die gesuchte Gleichung zwischen $x$ und $y$ zu erhalten. Zu diesem Zwecke verwandle man in der ersten Gleichung $\alpha - \theta$ in $-\gamma + (\alpha_1 - \theta)$ und entwickle die betreffenden Functionen, nehme auch mit der zweiten Gleichung eine kleine Umformung vor, so dass man erhält:

$$\begin{aligned} &a\,(x\sin\gamma + y\cos\gamma)\cos(\alpha_1 - \theta) \\ &- a\,(x\cos\gamma - y\sin\gamma)\sin(\alpha_1 - \theta) = r\,(x\sin\varpi - y\cos\varpi), \\ &a_1\,y\cos(\alpha_1 - \theta) - a\,(x-\delta)\sin(\alpha_1 - \theta) = (x-\delta)\,r\sin\varpi \\ &\qquad + y\,(\delta - r\cos\varpi). \end{aligned}$$



Digitized by Google

Wenn nun allgemein zwei Gleichungen von der Form

$$A\ cos\ \psi + B\ sin\ \psi = C$$
$$A_1\ cos\ \psi + B_1\ sin\ \psi = C_1$$

gegeben sind und wenn die sechs Coëfficienten von $\psi$ nicht abhängen, so muss, wie man sich sogleich überzeugen wird, die Gleichung

$$(AC_1 - A_1C)^2 + (BC_1 - B_1C)^2 = (AB_1 - A_1B)^2$$

oder, was dasselbe ist

$$(A^2 + B^2)\,C_1^2 + (A_1^2 + B_1^2)\,C^2 - 2(AA_1 + BB_1)\,CC_1 = (AB_1 - A_1B)^2 \tag{3}$$

stattfinden. — Setzt man nun die dem vorliegenden Falle entsprechenden Werthe der Coëfficienten in die Gleichungen (3) ein, so ergibt sich, nach einigen Verwandlungen, für die Curve die folgende Gleichung vierten Grades:

$$\begin{aligned}
&+ a^2\,(x^2+y^2)\,\{(x-\delta)\,r\,sin\,\varpi + y\,(\delta - r\,cos\,\varpi)\}^2 \\
&+ a_1^2\,r^2\,(\,(x-\delta)^2 + y^2)\,(x\,sin\,\varpi - y\,cos\,\varpi)^2 \\
&- 2\,a\,a_1\,r\,\{(x^2+y^2)\,cos\,\gamma - \delta\,(x\,cos\,\gamma - y\,sin\,\gamma)\} \\
&\times \{(x-\delta)\,r\,sin\,\varpi + y\,(\delta - r\,cos\,\varpi)\}\,(x\,sin\,\varpi - y\,cos\,\varpi) \\
&= a^2\,a_1^2\,\{(x^2+y^2)\,sin\,\gamma - \delta\,(x\,sin\,\gamma + y\,cos\,\gamma)\}^2.
\end{aligned} \tag{4}$$

Durch Einführung der Polar-Coordinaten vereinfacht sich diese Gleichung in soferne, als man dann wenigstens den Radiusvector aus einer quadratischen Gleichung finden kann.

Setzt man nämlich

$$x = \rho\,cos\,\varphi, \quad y = \rho\,sin\,\varphi,$$

so findet sich alsbald

$$\begin{aligned}
&+ a^2\{\rho\,(r\,sin\,(\varpi - \varphi) + \delta\,sin\,\varphi) - \delta r\,sin\,\varpi\}^2 \\
&+ a_1^2\,r^2\,(\rho^2 - 2\rho\,\delta\,cos\,\varphi + \delta^2)\,sin^2\,(\varpi - \varphi) \\
&- 2\,a\,a_1\,r\,\{\rho\,(r\,sin\,(\varpi - \varphi) + \delta\,sin\,\varphi) - \delta\,r\,sin\,\varpi\} \\
&\times (\rho\,cos\,\gamma - \delta\,cos\,(\gamma + \varphi))\,sin\,(\varpi - \varphi) \\
&= a^2\,a_1^2\,(\rho\,sin\,\gamma - \delta\,sin\,(\gamma + \varphi))^2.
\end{aligned}$$

Wollte man die Curve einer vollständigen Discussion unterziehen, so würden jedoch die Gleichungen (1) und (2) bequemer sein, als lie eben angeführten Endgleichungen.

Wir führen von den bemerkenswerthen Eigenschaften der rummen Linie die folgenden an.

Digitized by Google

*A.* Wenn die Entfernungen $a$, $a_1$ der Punkte $A$, $A_1$ von dem festen Drehpunkte $C$ ohne Ende wachsen, während ihr Winkel $\gamma$ derselbe bleibt, so wird die Curve von der Lage der Linie $\delta$ gegen den Punkt $C$, also von $r$ und $\omega$ unabhängig und nähert sich dieselbe mehr und mehr einem festen Kreise, in welchem $\delta$ eine dem Peripheriewinkel $\gamma$ entsprechende Sehne ist. Dieser Satz, welcher, wie schon in Art. 2 bemerkt wurde, unmittelbar aus elementaren Gründen einleuchtet, ergibt sich auch ohne weiteres aus der Gleichung (4). In der That, dividirt man diese Gleichung durchgehends durch $a^2 a_1^2$ und setzt dann $a$ und $a_1$ unendlich gross, so erhält man

$$x^2 + y^2 = \delta\,(x + y\ cotg.\ \gamma),$$

welches die dem bezeichneten Kreise zugehörige Gleichung ist.

*B.* Die Zweige der (geschlossenen) Curve bieten unter sich drei Durchschnitts- oder sogenannte Doppelpunkte dar.

Die Nachweisung dieses Satzes aus der Gleichung (4) und nach den gewöhnlichen Regeln würde zu sehr umständlichen Rechnungen führen. Geht man aber von den Gleichungen (1) und (2) aus, so werden die Weitläufigkeiten und insbesondere die Behandlung einer Gleichung vierten Grades vermieden, und kommen nur solche ersten Grades zur Auflösung.

Man fasse zu dem Ende die Frage nach mehrfachen Punkten in der Weise auf, dass man untersucht, ob es zwei verschiedene Werthe von $\theta$ gebe, für welche sowohl $x$ als $y$ dieselben Werthe behalten. Denn gibt es zwei solcher Werthe, so entsprechen diese nothwendig einem Durchschnittspunkte der Curvenzweige unter sich.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, wollen wir nun mit $\theta_0$ und $\theta$ jene zwei Werthe bezeichnen, dann entstehen zu (2) zwei analoge Gleichungen:

$$\begin{aligned} x\{r\ sin\ \omega + a\ sin\ (\alpha - \theta_0)\} &= y\{r\ cos\ \omega + a\ cos\ (\alpha - \theta_0)\} \\ (x-\delta)\{r\ sin\ \omega + a_1 sin\ (\alpha_1 - \theta_0)\} &= y\{r\ cos\ \omega + a_1 cos\ (\alpha_1 - \theta_0) - \delta\} \end{aligned} \quad (2^0)$$

in welchen nun $x$ und $y$ genau dieselben Werthe wie in (2) haben sollen. Eliminirt man nun die Grössen $x$, $x-\delta$ und $y$ unter der Voraussetzung, dass keine derselben Null sei, aus den Gleichungen (2) und (2°), so ergibt sich zunächst:

$$\begin{aligned} \frac{r\ sin\ \omega + a\ sin\ (\alpha - \theta)}{r\ sin\ \omega + a\ sin\ (\alpha - \theta_0)} &= \frac{r\ cos\ \omega + a\ cos\ (\alpha - \theta)}{r\ cos\ \omega + a\ cos\ (\alpha - \theta_0)} \\ \frac{r\ sin\ \omega + a_1\ sin\ (\alpha_1 - \theta)}{r\ sin\ \omega + a_1\ sin\ (\alpha_1 - \theta_0)} &= \frac{r\ cos\ \omega + a_1\ cos\ (\alpha_1 - \theta) - \delta}{r\ cos\ \omega + a_1\ cos\ (\alpha_1 - \theta_0) - \delta}, \end{aligned}$$

Digitized by Google

Daraus erhält man durch Beseitigung der Nenner und durch Zusammenziehen der einzelnen Glieder alsbald die folgenden Gleichungen:

$$r \sin(\alpha - \varpi - \theta) - r \sin(\alpha - \varpi - \theta_0) = a \sin(\theta - \theta_0),$$
$$r \sin(\alpha_1 - \varpi - \theta) - r \sin(\alpha_1 - \varpi - \theta_0)$$
$$= a_1 \sin(\theta - \theta_0) + \delta(\sin(\alpha_1 - \theta) - \sin(\alpha_1 - \theta_0)),$$

oder, wenn man die Formeln:

$$\sin A - \sin B = 2 \sin \tfrac{1}{2}(A - B) \cos \tfrac{1}{2}(A + B)$$
$$\sin C = 2 \sin \tfrac{1}{2} C \cos \tfrac{1}{2} C$$

in Anwendung bringt und nach geschehener Verwandlung die beiden Gleichungen durch $2 \sin \frac{\theta - \theta_0}{2}$ dividirt:

$$r \cos\left(\alpha - \varpi - \frac{\theta + \theta_0}{2}\right) + a \cos\frac{\theta - \theta_0}{2} = 0,$$

$$r \cos\left(\alpha_1 - \varpi - \frac{\theta + \theta_0}{2}\right) + a_1 \cos\frac{\theta - \theta_0}{2} = \delta \cos\left(\alpha_1 - \frac{\theta + \theta_0}{2}\right).$$

Eliminirt man hieraus $\cos \frac{\theta - \theta_0}{2}$ und entwickelt dann jeden Cosinus, indem man $\frac{\theta + \theta_0}{2}$ von den übrigen Bogengrössen trennt, so wird man leicht zu der folgenden Gleichung gelangen:

$$\tang \frac{\theta + \theta_0}{2} = -\frac{r\{a \cos(\alpha_1 - \varpi) - a_1 \cos(\alpha - \varpi)\} - a\delta \cos\alpha_1}{r\{a \sin(\alpha_1 - \varpi) - a_1 \sin(\alpha - \varpi)\} - a\delta \sin\alpha_1}.$$

Da ausserdem:

$$\cos\frac{\theta - \theta_0}{2} = -\frac{r}{a} \cos\left(\alpha - \varpi - \frac{\theta + \theta_0}{2}\right),$$

so sind $\theta$ und $\theta_0$ vollständig bestimmt. Es ist auch leicht zu sehen, dass man nur ein einziges Paar zusammengehöriger Werthe dieser Grössen erhält. In der That, bezeichnet man durch $\sigma$ den kleinsten Bogen, welcher aus der ersten Gleichung für $\frac{\theta + \theta_0}{2}$ folgt, und mit $\tau$ den kleinsten Bogen, welcher für $\frac{\theta - \theta_0}{2}$ aus der zweiten Gleichung erhalten wird, wenn man darin $\sigma$ für $\frac{\theta + \theta_0}{2}$ setzt, so findet man als allgemeine Auflösung die Werthe

$$\theta = 2k\pi + \sigma \pm \tau \quad \text{und} \quad \theta_0 = 2k_0\pi + \sigma \mp \tau,$$

wo $k$ und $k_0$ ganze Zahlen bezeichnen. Es ist also ohne weiteres klar, dass diese Gleichungen nur ein Paar verschiedener Werthe von $\theta$ und $\theta_0$ liefern.

Digitized by Google

Indessen bedarf es zur Bestimmung der Coordinaten $x$, $y$ dieses Curvendurchschnittes keiner weiteren Berechnung dieser Winkel. Man kann dieselben leicht durch die folgende Bemerkung finden. Zieht man nämlich die Gleichungen (2°) von jenen (2) der Ordnung nach ab, so ergibt sich nach einigen Verwandlungen:

$$x = y\ tang\left(\frac{\theta+\theta_0}{2} - \alpha\right)$$
$$x-\delta = y\ tang\left(\frac{\theta+\theta_0}{2} - \alpha_1\right) \qquad (5)$$

woraus man nun $x$ und $y$, ausgedrückt durch $tang\frac{\theta+\theta_0}{2}$, erhält.

Die Entwickelung, aus welcher sich dieser eine besondere Punkt der Curve ergab, gilt nur unter der wohl zu beachtenden Voraussetzung, dass weder $x$ noch $x-\delta$, noch endlich $y$ Null sei; denn wenn eine dieser Grössen Null ist, bleibt die oben vorgenommene Elimination nicht mehr zulässig. Um daher zu untersuchen, ob jenen ausgeschlossenen Fällen nicht ebenfalls Punkte gedachter Art entsprechen, muss man zu den ursprünglichen Gleichungen (1) zurückkehren.

Setzt man darin $x$ und $y$ gleich Null, so muss, wenn diese Hypothese einem doppelten Curvenpunkte entsprechen soll, $Y_1$ sowohl für $\theta$ als $\theta_0$ verschwinden, woraus man die Bedingungen erhält:

$$r\ sin\ \varpi + a_1\ sin\ (\alpha_1-\theta) = 0$$
$$r\ sin\ \varpi + a_1\ sin\ (\alpha_1-\theta_0) = 0,$$

aus welchen sich $\theta$ und $\theta_0$ ergeben. Für den Zusammenhang dieser Werthe erhält man noch die Gleichung

$$cos\left(\alpha_1-\frac{\theta+\theta_0}{2}\right) = 0 \quad \text{oder} \quad 2\alpha_1-(\theta+\theta_0) = \pm\pi.$$

Es findet sonach auch im Anfangspunkte $O$ der Coordinaten ein Durchschneiden der Curvenzweige Statt.

Setzt man ferner in den Gleichungen (1) $x-\delta$ und $y$ gleich Null, so muss, wenn hierfür ein doppelter Punkt stattfinden soll, nothwendig $Y$ für die beiden Winkel $\theta$ und $\theta_0$ ebenfalls Null werden, wesshalb die Gleichungen:

$$r\ sin\ \varpi + a\ sin\ (\alpha-\theta) = 0$$
$$r\ sin\ \varpi + a\ sin\ (\alpha-\theta_0) = 0$$

Digitized by Google

bestehen müssen. Hieraus ergeben sich die Werthe von $\theta$ und $\theta_0$, zwischen welchen noch der Zusammenhang, ähnlich wie oben

$$2\alpha - (\theta + \theta_0) = \pm \pi$$

stattfindet. Folglich ist auch der Endpunkt $O_1$ der Linie $\delta$ ein Durchschnittspunkt der Curvenbogen.

Andere Voraussetzungen lassen sich nicht machen, und die Curve bietet daher drei Doppelpunkte dar.

Die beiden zuletzt nachgewiesenen Punkte hätte man sehr leicht aus der Figur direct erkennen können; es schien aber von Interesse zu sein, den analytischen Gang durchgehends beizubehalten, um zu zeigen, dass es in gewissen Fällen der Vorschriften der Differential-Rechnung nicht bedarf, um viel bequemer die „vielfachen Punkte" nachzuweisen und ihre Lage vollständig zu bestimmen.

*C.* Die drei Durchschnittspunkte der Curvenzweige liegen in dem unter $(A)$ bestimmten Kreise, welchem, als Grenze, sich die krumme Linie nähert, wenn $\alpha$ und $\alpha_1$ ohne Ende wachsen.

Diese Behauptung rechtfertigt sich sehr leicht aus den Gleichungen (5), welche für alle drei Punkte gelten, da bei ihrer Herleitung keine Elimination der Coordinaten stattgefunden hat. In der That erhält man ohne eine solche vorzunehmen aus jenen Gleichungen:

$$tang\,\frac{\theta+\theta_0}{2} = \frac{y\ tang\,\alpha + x}{y - x\ tang\,\alpha} = \frac{y\ tang\,\alpha_1 + (x-\delta)}{y - (x-\delta)\ tang\,\alpha_1},$$

woraus man weiter findet:

$$x^2 + y^2 = \delta\,(x + y\ cotg\,\gamma),$$

weil $\alpha_1 - \alpha = \gamma$. Dies ist aber genau die unter $(A)$ gefundene Kreisgleichung.

Schliesslich die Bemerkung, dass die durch den ausserhalb $O\,O_1$ liegenden Curvendurchschnitt gehenden Geraden $OA$ und $O_1\,A_1$ nothwendig den Winkel $\gamma$ mit einander bilden und dass daher der durch die Punkte $A$, $A_1$, $C$ gelegte Kreis dem oben bemerkten in jenem Durchschnittspunkte begegnen muss.

*D.* Wenn $O\,O_1$ zu $A\,A_1$ parallel ist, so geht die diese Linien halbirende Gerade zugleich durch den Punkt der Curve, in welchem sich die Linien $OA$ und $O_1\,A_1$ schneiden. Dieser Satz lässt sich analytisch leicht nachweisen, ergibt sich aber auch aus einem bekannten Satze der Theorie der Transversalen.

Digitized by Google

5.

Um den theoretischen Anhang, wozu uns oben die Auflösung des Problems der vier Punkte Veranlassung geboten, in sich zu vervollständigen, wäre nun ausser dem so eben erörterten Falle, wo die Linie $OO_1$ fest bleibt und der Winkel der Visirlinien veränderlich ist, noch derjenige zu betrachten, in welchem das Umgekehrte stattfindet.

Um diesen Fall in Kürze ebenfalls zu betrachten, denke man sich (Fig. 2) drei feste Punkte $A, A_1, C$, und auf den Schenkeln $A_1 C$ und $AC$ des Winkels bei $C$ zwei Punkte $O, O_1$ angenommen, deren Entfernung $= \delta$ constant bleibt, sodann von diesen Punkten nach $A$ und $A_1$ Visirlinien gezogen und die Durchschnittspunkte aller dieser Linien bemerkt, so werden dieselben einer Curve angehören, deren gesetzmässigen Verlauf man am Kürzesten wohl auf die folgende Art ermitteln kann.

Man betrachte die durch $C$ gehende, mit $AA_1$ parallele Gerade als Abscissenaxe und den Punkt $C$ selbst als Anfangspunkt der Coordinaten. Es sei wie früher:

$$a = AC, \quad a_1 = A_1 C$$

$\alpha$, $\alpha_1$ die Winkel bei $A$ und $A_1$
$\gamma = \alpha_1 - \alpha$ der Winkel bei $C$, und $\delta = OO_1$
$\theta$ der Winkel, welchen $OO_1$ mit $AA_1$ bildet. Es seien ferner $X$, $Y$ und $X_1$, $Y_1$ die Coordinaten der Punkte $O$ und $O_1$, und $x$, $y$ die Coordinaten des Punktes $P$ der in Frage stehenden Curve.

Man erhält nun unmittelbar aus der Figur die beiden folgenden Bedingungsgleichungen der Curve:

$$\begin{aligned}(X - x)(Y - a\ sin\ \alpha) &= (Y - y)(X - a\ cos\ \alpha) \\ (X_1 - x)(Y_1 - a_1\ sin\ \alpha_1) &= (Y_1 - y)(X_1 - a_1\ cos\ \alpha_1)\end{aligned} \tag{6}$$

wobei

$$\begin{aligned}Y &= X\ tang\ \alpha_1\ ; & X_1 - X &= \delta\ cos\ \theta \\ Y_1 &= X_1\ tang\ \alpha\ ; & Y_1 - Y &= \delta\ sin\ \theta\end{aligned}$$

oder also:

$$X = \frac{\delta\ cos\ \alpha_1}{sin\ \gamma}\ sin\ (\alpha - \theta), \quad Y = \frac{\delta\ sin\ \alpha_1}{sin\ \gamma}\ sin\ (\alpha - \theta)$$

$$X_1 = \frac{\delta\ cos\ \alpha}{sin\ \gamma}\ sin\ (\alpha_1 - \theta), \quad Y_1 = \frac{\delta\ sin\ \alpha}{sin\ \gamma}\ sin\ (\alpha_1 - \theta).$$

Digitized by Google

Setzt man diese Ausdrücke in die Gleichungen (6) ein, so ergibt sich nach einigen Reductionen:

$$a(x\sin\alpha - y\cos\alpha)\sin\gamma = \delta(x\sin\alpha_1 - y\cos\alpha_1 - a\sin\gamma)\sin(\alpha-\theta)$$
$$a_1(x\sin\alpha_1 - y\cos\alpha_1)\sin\gamma = \delta(x\sin\alpha - y\cos\alpha - a_1\sin\gamma)\sin(\alpha_1-\theta).$$

Um aus diesen Gleichungen $\theta$ zu eliminiren, verfahre man in ähnlicher Weise, wie dies im vorhergehenden Falle geschehen ist und benutze dabei wieder die daselbst angegebene Gleichung (3). Man erhält dann unmittelbar:

$$\begin{aligned}
&a^2(x\sin\alpha_1 - y\cos\alpha_1 - a\sin\gamma)^2(x\sin\alpha - y\cos\alpha)^2\\
+\ &a_1^2(x\sin\alpha - y\cos\alpha - a_1\sin\gamma)^2(x\sin\alpha_1 - y\cos\alpha_1)^2\\
-\ &2aa_1\cos\gamma(x\sin\alpha_1 - y\cos\alpha_1 - a\sin\gamma)\\
\times\ &(x\sin\alpha - y\cos\alpha - a_1\sin\gamma)(x\sin\alpha_1 - y\cos\alpha_1)\\
\times\ &(x\sin\alpha - y\cos\alpha)\\
=\ &\delta^2(x\sin\alpha_1 - y\cos\alpha_1 - a\sin\gamma)^2(x\sin\alpha - y\cos\alpha - a_1\sin\gamma)^2.
\end{aligned}$$

Durch Polar-Coordinaten ausgedrückt, würde sich diese Gleichung beträchtlich vereinfachen, aber gleichwohl in Bezug auf den Radius vector vom vierten Grade sein.

Ohne uns auf eine ausführlichere Untersuchung dieser Curve einzulassen, möge nur der besondere Fall etwas näher erörtert werden, in welchem $a$ und $a_1$ unendlich gross sind. Dann ist die Gleichung:

$$a_1\sin\alpha_1 = a\sin\alpha \quad \text{oder} \quad a_1 = a\frac{\sin\alpha}{\sin\alpha_1}$$

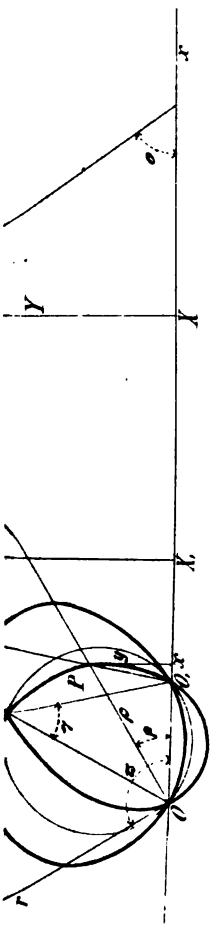
zu berücksichtigen. Man könnte nun die dieser Voraussetzung entsprechende Gleichung der Curve aus der so eben gefundenen erhalten. Rücksichtlich der dabei möglichen Reductionen ist es jedoch kürzer, unmittelbar von den Gleichungen (6) auszugehen und die gedachten Annahmen in dieselben einzuführen. Man findet dann:

$$\begin{aligned}
(X - x)\sin\alpha &= (Y - y)\cos\alpha\\
(X_1 - x)\sin\alpha_1 &= (Y_1 - y)\cos\alpha_1,
\end{aligned}$$

oder also

$$\begin{aligned}
x\sin\alpha - y\cos\alpha &= -\delta\sin(\alpha - \theta)\\
x\sin\alpha_1 - y\cos\alpha_1 &= +\delta\sin(\alpha_1 - \theta).
\end{aligned}$$

Digitized by Google




Digitized by Google

Digitized by Google

Addirt und subtrahirt man diese Gleichungen, so erlangt man:

$$\left(-x \sin \frac{\alpha+\alpha_1}{2} + y \cos \frac{\alpha+\alpha_1}{2}\right) \operatorname{cotg} \tfrac{1}{2}\gamma = \delta \cos\left(\frac{\alpha+\alpha_1}{2} - \theta\right)$$

$$\left(+x \cos \frac{\alpha+\alpha_1}{2} + y \sin \frac{\alpha+\alpha_1}{2}\right) \operatorname{tang} \tfrac{1}{2}\gamma = \delta \sin\left(\frac{\alpha+\alpha_1}{2} - \theta\right).$$

Erhebt man diese beiden Gleichungen ins Quadrat und addirt sie, so wird man nach einigen nahe liegenden Umformungen die folgende finden:

$$x^2\left(\sin^2 \frac{\alpha+\alpha_1}{2} \cos^4 \tfrac{1}{2}\gamma + \cos^2 \frac{\alpha+\alpha_1}{2} \sin^4 \tfrac{1}{2}\gamma\right)$$
$$+ y^2\left(\sin^2 \frac{\alpha+\alpha_1}{2} \sin^4 \tfrac{1}{2}\gamma + \cos^2 \frac{\alpha+\alpha_1}{2} \cos^4 \tfrac{1}{2}\gamma\right)$$
$$- xy \sin(\alpha+\alpha_1) \cos\gamma = \frac{\delta^2}{4} \sin^2\gamma,$$

welches offenbar die Gleichung einer Ellipse ist.

Wählt man die Richtung der Abscissenaxe dergestalt, dass sie den Winkel $\gamma$ halbirt, so wird $\alpha_1 = -\alpha$, und man erhält die Gleichung in der sehr einfachen Form:

$$x^2 \sin^4 \tfrac{1}{2}\gamma + y^2 \cos^4 \tfrac{1}{2}\gamma = \frac{\delta^2}{4} \sin^2\gamma$$

oder:

$$\frac{x^2}{(\delta \cot \frac{1}{2}\gamma^2)} + \frac{y^2}{(\delta \operatorname{tang} \frac{1}{2}\gamma)^2} = 1.$$

Bezeichnet man die Halbaxen der Ellipse mit $a$ und $b$, so ist:

$$a = \delta \operatorname{cotg} \tfrac{1}{2}\gamma, \qquad b = \delta \operatorname{tang} \tfrac{1}{2}\gamma$$
$$\delta = \sqrt{ab}, \qquad \operatorname{tang} \tfrac{1}{2}\gamma = \sqrt{\frac{a}{b}}$$

Hieraus ergibt sich die meines Wissens neue Eigenschaft der Ellipse, wonach sich durch ihren Mittelpunkt jederzeit zwei zur grossen Axe symmetrische gerade Linien der Art legen lassen, dass wenn man in denselben irgend zwei Punkte annimmt, deren Entfernung der mittleren geometrischen Proportionale der beiden Halbaxen gleich ist, und wenn man durch sie zu jenen beiden Geraden Parallelen zieht, diese sich in einem Punkte der Ellipse schneiden.

Es ist klar, dass man vermöge dieser Eigenschaft, ohne der Kreisschnitte zu bedürfen, die Ellipse blos vermittelst gerader Linien construiren könne.

Digitized by Google

Dass jene Eigenschaft auch dem Kreise zukomme, versteht sich von selbst und bedarf nicht erst der Nachweisung.

Diese analytischen Ausführungen über zwei krumme Linien, welche an und für sich einiges Interesse haben dürften und welche, soviel mir bekannt, noch nicht in Betracht gezogen worden sind, schienen hier um so mehr einen passenden Ort zu finden, als sie mit dem oben erörterten Probleme der vier Punkte in nächster Verbindung stehen.

---

## *Mineralogische Notizen, betreffend den Hausmannit, Plagionit, Vesuvian, Beudantit, Aluminit und Paraluminit und die neue Species Akanthit in dem Geschlechte der Silber-Glanze.*

(Sechzehnte Folge.)

Von **Dr. Adolf Kenngott.**

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 18. Jänner 1855.)

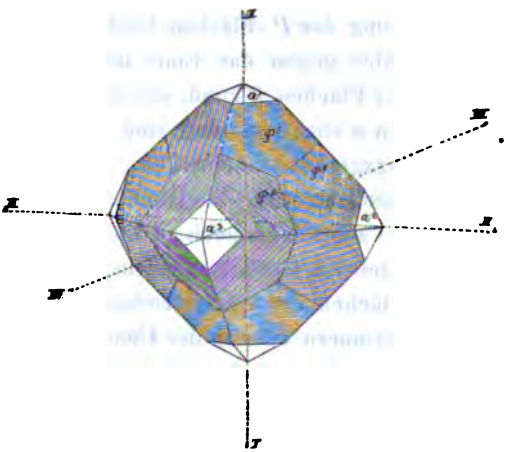
### 1. Über eine bemerkenswerthe Krystallbildung des Hausmannit.

Obgleich die Verbindungen des Mangans eine grosse Übereinstimmung mit denen des Eisens zeigen, so beobachtete man doch auch Unterschiede, welche zum Theil sehr auffallend sind. Hierher gehörte die Krystallisation des Hausmannit. Während die Aluminate und Ferrate der Formel $RO . R_2 O_3$ mit den verschiedenen vicarirenden Bestandtheilen, wohin auch Manganoxydul und Oxyd gehören, tessularisch krystallisiren, erweisen sich die Krystallgestalten des Hausmannit $= MnO . Mn_2 O_3$ als quadratische. Bei diesem auffallenden Beispiele einer Dimorphie, welche ganz entschieden ausgedrückt ist und in Begleitung der abweichenden Krystallgestalt auch im Vergleiche mit dem Magnetit $= FeO . Fe_2 O_3$ ein niederes specifisches Gewicht und eine geringere Härte aufweist, die Folgen gleichsam der eintretenden Axendifferenz, ist eine Krystallbildung des Hausmannit von Ilmenau in Thüringen von besonderem Interesse, weil sie, wenn man sich so ausdrücken darf, beide Krystallformen-Systeme verknüpft.

Man sieht nämlich verwachsen mit bräunlichgrauem Calcit Krystalle, respective Krystallgruppen des Hausmannit, welche eine tessularische Combination, ein Oktaeder mit vierflächiger Zuspitzung

Digitized by Google

der Ecken, die Zuspitzungsflächen auf die Oktaederflächen gerade aufgesetzt darstellen, wie die beifolgende Figur angibt. Vorläufig möge man von der Bezeichnung der Flächen in der Figur absehen und nur die Combination so auffassen, als wenn sie eine tessularische O.mOm wäre. Die Oktaederflächen sind triangulär gestreift, parallel den Combinationskanten zwischen O und mOm.



Bei weiterer Betrachtung dieser Combination sieht man jedoch, dass sie nur eine Drillingsgestalt des quadratischen Systems ist, indem die drei tessularischen Axen I, II und III, dreien quadratischen Hauptaxen entsprechen, welche bei gemeinschaftlichem Mittel- und Halbirungspunkte sich rechtwinkelig durchkreuzen. Man sieht hier gleichsam verkörpert, was man theoretisch auseinandersetzt, eine Zerlegung einer tessularischen Gestalt in quadratische.

Die als tessularische gezeichnete und in der Figur als solche, die Combination O . mOm darstellende Krystallgruppe zeigt, dass die Oktaederkanten nicht eine dem Oktaeder entsprechende Kantenlinie haben, sondern dass sie durch zwei unter einem sehr stumpfen Winkel einspringende Kantenlinien gebildet werden, dass die Oktaederflächen nicht Ebenen sind, sondern eine sehr stumpfe dreiseitige pyramidale Vertiefung zeigen, weil sie aus drei Ebenen zusammengesetzt sind. Sie stellt, auf die von W. Haidinger am Hausmannit beobachteten Gestalten zurückgehend, eine Drillingsbildung der angegebenen Art vor, deren einzelne Individuen die quadratische Combination P . $^1/_2$ P bilden. Figur 1 auf Tafel I.

Da die quadratische Pyramide P im Vergleiche mit dem Oktaeder eine spitze ist, ihre Endecke also über die Ecke eines eingeschriebenen Oktaeders hinausgeht, wie Figur 2 zeigt, so ist es klar, dass in der vorliegenden Drillingsgestalt die je drei Pyramidenflächen, welche

Digitized by Google

in einem Raumoktanten zu liegen kommen, eine scheinbar in der Mitte eingesunkene Oktaederfläche bilden müssen und dass, weil in den einzelnen Gestalten $P$. $^1/_8$ $P$ des Hausmannit, die Flächen $P$, wie Figur 3 zeigt, horizontal gestreift sind, die scheinbaren Oktaederflächen eine trianguläre Streifung parallel den Combinationskanten mit dem scheinbaren Deltoidikositetraeder zeigen.

An den einzelnen Individuen zeigt sich, worauf auch die horizontale Streifung der $P$-Flächen hindeutet, eine oscillatorische Bildung und gibt sich gegen das Ende der Hauptaxe durch eine convexe Bildung der Flächen $P$ kund, wie die Figur 3 es ausdrückt, während die Flächen $a$ eben und glatt sind. Dieselbe Krümmung ist auch an der Drillingsgestalt zu bemerken.

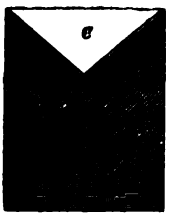
Die beobachtete Drillingsbildung steht übrigens nicht vereinzelt da, sondern zeigte sich auch an anderen Exemplaren, an diesen aber in den einfacheren Gestalten, indem die einzelnen Individuen entweder nur die Flächen der quadratischen Pyramide $P$ haben und an das Oktaeder erinnern oder in der Combination derselben quadratischen Pyramide mit den quadratischen Basisflächen auftreten und so im ersten Augenblicke eine Combination des Oktaeders und Hexaeders darzustellen scheinen. Wo die quadratische Pyramide allein vorkommt, sah ich die Flächen $P$ concav gebogen.

Da nun der Hausmannit als Manganoxydoxydul entschieden quadratisch krystallisirt, während man von ihm wegen der tessularischen Krystallgestalten des Magnetit, des Eisenoxydoxydul tessularische Krystalle erwartet haben würde, so ist die beschriebene Drillingsbildung insofern von Interesse, als dadurch ein gewisses Streben der Molekule ausgedrückt ist, sich tessularisch zu gruppiren, so dass wenigstens die quadratischen Individuen durch ihre Gruppirung einen dem Magnetit entsprechenden Charakter erreichen.

2. Über eine Krystallgestalt des Plagionit von Wolfsberg am Harz.

An einem Exemplare des Plagionit, welches durch den Mineralienhändler Herrn Dr. Bondi in Dresden als krystallisirter Wolfsbergit an das k. k. Hof-Mineralien-Cabinet eingesendet worden war, später aber als Plagionit reclamirt wurde, untersuchte ich die kleinen netten Kryställchen, die weder denen des Wolfsbergit noch denen des Plagionit ähnlich sahen und fand, dass sie wie die beifolgende Figur angibt, eine klinorhombische Combination eines Prisma ($h$),

Digitized by Google




mit zwei verschiedenen Querhemidomen in entgegengesetzter Stellung (*c* und *a*) darstellen. Da die Krystalle klein und das Material zu weiteren Untersuchungen zu kostbar war, schrieb ich an Herrn Professor G. Rose in Berlin, theilte ihm die an dem für Wolfsbergit ausgegebenen Minerale beobachteten Gestalten mit und ersuchte ihn um Auskunft, ob ihm diese Krystalle bekannt seien. Inzwischen lief die Meldung des Herrn Dr. Bondi ein, dass Exemplare des Wolfsbergit mit Exemplaren des Plagionit verwechselt worden seien und Herr Professor G. Rose beantwortete meine Anfrage dahin, dass ihm keine anderen, als die damals (Poggend. Annalen, Band XXXV, 360) beschriebenen Krystalle des Wolfsbergit bekannt wären. Ich erneute daher die Untersuchung der fraglichen Krystalle, welche durch Anlaufen im Aussehen von denen des Plagionit verschieden erschienen und fand nun, dass sie in der That mit den von G. Rose beschriebenen (Poggend. Annalen, Band XXVIII, 421) im Zusammenhange stehen, nur eine viel einfachere Combination darstellen.

G. Rose fand nämlich damals, dass die Krystalle des Plagionit, wie Fig. 4 auf Taf. I angibt, die Combination einer klinorhombischen Pyramide *P* (*o* und *o'* in der Figur), einer vorderen Hälfte der spitzeren klinorhombischen Pyramide 2*P* (2*o* in der Figur), der Basisflächen *oP* (*c*) und der Querflächen $\infty P\infty$ (*a*) darstellen, und dass die Flächen 2*o* parallel den Combinationskanten mit *o*, und die Flächen *o* und *o'* parallel den Combinationskanten mit *c*, die Flächen *a* endlich horizontal gestreift sind. Von diesen sechzehn Flächen sind nun in der von mir bestimmten Combination nur acht vorhanden, nämlich die Flächen 2*o*, *c* und *a*, so dass, wenn man diese Flächen aus der von G. Rose gegebenen Figur herausnimmt und dieselbe Stellung der Figur beibehält, die von mir beobachtete und in der beifolgenden Figur angegebene Combination der Figur 5 auf Tafel I entspricht. Die Streifung der Flächen, wie sie im beifolgenden Holzschnitte angegeben ist, entspricht der Streifung, wie sie G. Rose fand und die Winkel wurden durch das Anlegegoniometer als die entsprechenden nachgewiesen.

Bei der Durchsicht sämmtlicher Exemplare des Plagionit, welche das k. k. Hof-Mineralien-Cabinet besitzt, konnte ich keines finden, welches diese einfache Combination zeigte, wohl aber fand ich an

Digitized by Google

einem Exemplare die noch einfachere Combination (Figur 6), wo auch noch die Flächen *a* fehlen.

3. Beschreibung des Akanthit, einer neuen Species in dem Geschlechte der Silber-Glanze.

Nachdem man gefunden hatte, dass der Stromeyerit, *Haidinger*, = $Ag, Cu_2 S$ und der Redruthit, *Brooke* und *Miller*, = $Cu_2S$ isomorph sind und Einfach-Silber das Doppelt-Kupfer in den Verbindungen mit Schwefel als vicarirender Bestandtheil vertreten könne, und nachdem Mitscherlich durch Zusammenschmelzen von Kupfer und Schwefel, so wie durch Schmelzung des Redruthit das Schwefelkupfer $Cu_2S$ in Oktaedern krystallisirt erhalten hatte, und diese Beobachtung von G. Rose und H. Rose bestätigt worden war, wusste man, dass das Schwefelkupfer $Cu_2S$ eine dimorphe Substanz ist und sowohl orthorhombisch als tessularisch krystallisiren könne. Der Argentit, *Haidinger*, = AgS krystallisirt tessularisch und weil der Stromeyerit = $Ag, Cu_2S$ orthorhombisch krystallisirt und das Einfach-Silber ein vicarirender Bestandtheil des Doppelt-Kupfer ist, so liegt der Schluss sehr nahe und musste ohne Beweis in der Natur giltig sein, dass das Schwefelsilber AgS, gleichwie das Schwefelkupfer $Cu_2S$ eine dimorphe Substanz ist und sowohl tessularisch als orthorhombisch krystallisiren könne. Das Mineralreich bot in dem Stromeyerit den ersten Beweis und da die beiderlei Krystallsysteme in dem Schwefelkupfer, dem Minerale Redruthit und dem geschmolzenen Schwefelkupfer vorlagen, der Argentit als Mineral nur tessularisch krystallisirte, so musste man erwarten, dass auch die orthorhombischen Gestalten des Schwefelsilber irgendeinmal im Mineralreiche oder in dem Laboratorium des Chemikers auftauchen würden.

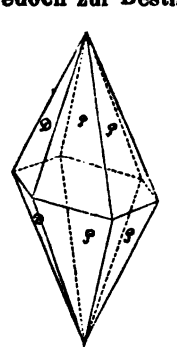
Ich war nun so glücklich, in den reichen mineralogischen Schätzen des k. k. Hof-Mineralien-Cabinets, Exemplare zu finden, welche das Schwefelsilber in orthorhombischen Krystallgestalten zeigen und bestimmte diese neue Species, welche in dem Systeme (meine Bearbeitung des Mohs'schen Mineralsystems, Seite 123) ihre Stellung in dem Geschlechte der Silber-Glanze, zwischen dem Argentit und Discrasit einnehmen wird, soweit es die vorhandenen Exemplare zuliessen, wie folgt:

Wegen der spitzen orthorhombischen Combinationen, welche die Krystalle dieser Species aufweisen, habe ich dieselbe Akanthit

Digitized by Google

genannt und den Namen von dem griechischen Worte ἄκανθα, Dorn, Stachel, entlehnt, weil die aufgewachsenen spitzen Krystalle dem Stücke ein stachliges Aussehen verleihen.

Der Akanthit krystallisirt, wie schon angeführt wurde, orthorhombisch und stellt sich in aufgewachsenen spitzen Krystallen dar, welche mannigfache Combinationen bilden. Directe Messungen konnten nicht angestellt werden, weil die Krystalle nicht ausreichenden Glanz besitzen, zu klein sind, um sie mit dem Anlegegoniometer zu messen und die hier anwendbare Haidinger'sche Methode (siehe die Sitzungsb. d. mathem.-naturw. Classe, Bd. XIV, S. 3, Octoberheft 1854) noch nicht in Anwendung gebracht werden konnte, weil die gut erhaltenen Krystalle wegen der Seltenheit der neuen Species dazu nicht losgebrochen wurden, die durch die langjährige Aufbewahrung und vielfache unsanfte Berührung in älterer Zeit verbogenen Krystalle nicht mehr tauglich waren, wenn sie auch getrennt zu anderen Bestimmungen dienten. Die anzuführenden Resultate konnten daher vorläufig nur durch den Anblick gewonnen werden, sie reichen jedoch zur Bestimmung der Species aus.



Von einer spitzen orthorhombischen Pyramide ausgehend, wie sie etwa die Fig. 7 auf Taf. II darstellt und bei welcher die Kantenlinien der kürzeren Endkanten über die Endecke gemessen nahe 50°, die der längeren Endkanten über die Endecke gemessen 65° Neigung haben, findet sich als eine häufige Gestalt die Combination dieser Pyramide mit einem Längsdoma, welches die spitzeren Seitenecken zuschärft und bei angemessener Ausdehnung zur Bildung einer sechsseitigen Pyramide beiträgt, wie die hier beifolgende Figur zeigt. Ausserdem finden sich auch an einzelnen Krystallen die Flächen einer oder einer zweiten spitzeren orthorhombischen Pyramide vor, welche als Zuspitzungsflächen der spitzeren oder stumpferen Seitenecken von *P* auftreten und in der Flächenausdehnung vorgeschritten, schiefablaufende Zuschärfungen der Endkanten darstellen, wie man aus den Figuren 8 und 9 ersieht. Zuweilen beobachtet man auch eine sehr spitze Pyramide, deren Flächen an die Seitenkanten von *P* zu liegen kommen und an welcher die Pyramide *P* selbst eine vierflächige Zuspitzung der Endecken bilden würde. Das gegenseitige Verhältniss bezüglich



Digitized by Google

der Combinationskanten lässt sich weniger genau betrachten, weil die Krystalle meist bis zur Hälfte eingewachsen sind.

Ausser den pyramidalen Flächen finden sich ziemlich oft, soweit die Krystalle als sichtbare Flächen sie zu sehen erlauben, die Quer- und Längsflächen, einzeln oder mit einander, bald mit diesen, bald mit jenen Combinationen der pyramidalen Gestalten und der Längsdomen, wie beispielsweise die Figuren 10 und 11 zeigen. Am seltensten sind die einfacheren Combinationen zu bemerken, wie sie die Figuren 12 und 13 angeben, und bei genauer Betrachtung findet man fast immer die schmalen Reste zurückgetretener Flächen, welche wegen des minderen Glanzes weniger sichtbar sind, als bei glänzender Oberfläche.

Durch das Vorkommen so spitzer Gestalten ist gleichzeitig bei der Weichheit der Masse nebenbei eine Tendenz zur herrschenden Verlängerung in der Richtung der Hauptaxe sichtbar, wodurch am Ende zähnige Gestalten erzeugt werden, und die Geschmeidigkeit ist nebenbei auch Ursache, dass die Spitzen der aufgewachsenen Krystalle entweder *in statu nascente* oder, was auch bei vielen unverkennbar sichtbar ist, durch unsanfte Berührung umgebogen sind, und man desshalb öfter als wünschenswerth ist, die Krystalle so sieht, wie Figur 14 andeutet.

Abgesehen von dem Auftreten verbogener Gestalten und gebogener Flächen sind die Flächen der Krystalle ziemlich eben und glatt, aber wenig glänzend, einzelne Flächen finden sich horizontal gestreift, wie die der Pyramide *P* und der Längsflächen *D*, jedoch nicht immer. Spaltbarkeit ist nicht wahrzunehmen gewesen, der Bruch ist uneben und die Bruchflächen sind glänzend.

Eisenschwarz; Metallglanz, schwächer auf den Krystallflächen, stärker auf den Bruchflächen, am stärksten auf den Schnittflächen, da sich das Mineral vollkommen schneiden lässt; vollkommen undurchsichtig.

Härte zwischen der des Gypses und des Calcit, also = 2·5 und darunter; milde und geschmeidig, lässt sich wie der Argentit mit dem Hammer zu dünnen Blättchen schlagen, welche bei beiden nicht vollkommen biegsam sind, sondern immer noch eine im Verhältniss mit der Dicke abnehmende Starrheit und Elasticität zeigen. Specifisches Gewicht = 7·31 — 7·36.

Vor dem Löthrohre ist das Verhalten des Akanthit fast gleich dem des Argentit, er schmilzt auf Kohle leicht und ruhig zu einer

Digitized by Google

schwarzen Kugel, auf deren Oberfläche beim Erkalten dendritische Krystallbildung zu beobachten ist. Bei längerem Blasen erhält man endlich ein Silberkorn. Schneller erlangt man dasselbe, wenn man Soda dazu bringt. Auf der Kohle zeigte auch ein sehr schwacher gelber Beschlag einen sehr geringen Gehalt an Blei und zwar sowohl in dem Akanthit, als auch in dem begleitenden Argentit.

Die Krystalle des Akanthit sind aufgewachsen und zwar, was sehr bemerkenswerth ist, meist auf krystallisirtem Argentit, eine Erscheinung, wie man sie bei dimorphen Substanzen an Pyrit und Markasit, oder an Calcit und Aragonit auch findet. Die Krystalle des Argentit bilden die Combination $\infty O \infty . O$, haben eine unebene Oberfläche und mit den Akanthitkrystallen verglichen eine etwas ins Graue fallende eisenschwarze Farbe. Beiderlei Krystalle unter einander und dabei meist die des Akanthit auf denen des Argentit, sitzen auf einem krystallinisch-körnigen Gemenge, welches wesentlich aus feinkörnigem Pyrit besteht. Mit demselben ist Argentit und Calcit gemengt, und das Ganze ist fest, aber in soweit nicht innig genug verwachsen, als das Gemenge löcherig und drusig erscheint. Ausser den sichtbaren Pyrit-, Argentit- und Akanthitkrystallen sieht man noch rosettenförmige Gruppen lamellarer Calcitkrystalle von gelblicher und bräunlicher Farbe; die gemeinsame Unterlage ist Quarz.

Der Fundort ist Joachimsthal in Böhmen.

Die aus dem vorigen Jahrhundert stammenden Stücke sind nicht ganz unbeachtet geblieben und ich füge als historische Notiz das an, was sich von ihnen in den Katalogen des k. k. Hof-Mineralien-Cabinetes vorfindet. Das eine Exemplar befand sich früher in der von der Null'schen Mineraliensammlung, welche Friedrich Mohs beschrieb (F. Mohs, Beschreibung des Mineralien-Cabinetes des Herrn Jac. Friedr. von der Null, Wien 1804, 2 Abtheilungen). Mohs beschrieb es in der zweiten Abtheilung, Seite 157, Nummer 2592 als ein sehr merkwürdiges Stück, wie folgt:

„Glanzerz, von dunkel schwärzlich-bleigrauer Farbe; in kleinen „sechsseitigen dem Ansehen nach einfachen Pyramiden mit abwech„selnd stumpferen und weniger stumpfen Seitenkanten, einige an den „Enden undeutlich zugespitzt. Sie sind klein, glattflächig, auf gewöhn„liche Krystalle von Glanzerz aufgewachsen und mit reihenförmig „zusammengehäuften Tafeln von Kalkspath besetzt. Auf Schwefel„kies u. s. w.“



Digitized by Google

Ein zweites, sehr reiches Exemplar ist in dem *Catalogus Stützianus, Tomus V, Metalla* ☽, *V, e, α* 22 beschrieben. Der Katalog enthielt die Acquisitionen des Cabinetes in den letzten Jahren des vorigen und in den ersten Jahren des gegenwärtigen Jahrhunderts, bis 1806, mit kurzen Beschreibungen und Notizen.

Die hierher bezügliche ist:

„Cubis jam integris, jam angulis truncatis, insidentibus pyrami-„dibus valde elongatis utrinque tetraedris cum spatho orbiculari „rosaceo, pyrite fatiscente granulari et solido in Petrosilice cinereo."

4. Notiz über ein Vorkommen des Vesuvian in dem Talkschiefer von Fahlun in Schweden.

An einem Exemplare in den Sammlungen des k. k. Hof-Mineralien-Cabinetes, welches krystallisirten braunen Fahlunit in einem graulichgrünen Talkschiefer enthält, fand ich in dem letzteren verstreut nadelförmige, aber nicht lange, ziemlich stark glänzende Kryställchen des quadratischen Systems, die Combination zweier Prismen $\infty P . \infty P \infty$ darstellend, welche dem Vesuvian angehören dürften. Sie sind dunkelölgrün, stark durchscheinend und wo sie nahe dem Fahlunit eingewachsen vorkommen, auch zum Theil in demselben eingewachsen zu sehen. Fundort: Fahlun in Schweden.

5. Krystallgestalten des Beudantit von Horhausen in Nassau.

Die in den Sammlungen des k. k. Hof-Mineralien-Cabinetes befindlichen Exemplare des Beudantit von Horhausen zeigen, dass derselbe sehr kleine aber scharf ausgebildete auf dichten und faserigen Limonit mit unebener und krummflächiger Oberfläche aufsitzende Kryställchen bildet, welche entschieden rhomboedrisch sind. Sie sind entweder spitze Rhomboeder, die dem blossen Anblicke nach dem Rhomboeder sehr nahe stehen, welches aus dem Oktaeder entsteht, wenn zwei parallele Flächen desselben bis zum Verschwinden zurücktreten; oder es zeigen sich noch die Basisflächen. Die Rhomboederflächen sind horizontal gestreift. Die Farbe der Krystalle ist ein gelbliches Ölgrün, dabei sind sie vollkommen durchsichtig und stark glänzend mit demantartigem Glasglanz. Die Farbe des Strichpulvers ist ein lichtes Zeisiggrün.

Eine kleine Probe zeigte, dass das Mineral zu einer schlackigen grauen Kugel leicht schmelzbar ist und Blei enthält, wie der Beschlag der Kohle zeigte. Es war nicht möglich, einzelne solcher

Digitized by Google

Kryställchen ohne darunter liegenden Limonit zur Prüfung zu trennen und es möchte fast scheinen, als gehöre ein Theil des Eisenoxydes und des Wassers, welches J. Percy fand, nicht zur Substanz des Beudantit.

6. Der Paraluminit ist eine Abänderung des Aluminit und keine selbstständige Species.

Aus den übereinstimmenden Analysen des Aluminit von Halle hatte sich ergeben, dass die wesentlichen Bestandtheile dieses kryptokrystallinischen Minerals Thonerde, Schwefelsäure und Wasser sind und dass im Mittel die Äquivalentzahlen:

$$9HO\ 1Al_2O_3\ 1SO_3$$

die Mengen dieser Bestandtheile ausdrücken, woraus man die Formel:

$$Al_2O_3 . SO_3 + 9HO$$

aufstellte, welche ich Seite 17 in meiner Bearbeitung des Mohsschen Mineralsystems

$$3HO . Al_2O_3 + 6HO . SO_3$$

schrieb. Einige Analysen gaben zwar etwas abweichende Resultate, aber noch so nahe liegende, dass man die Formel nicht änderte.

Neuerdings unterschied C. Steinberg (meine Übers. der Resultate min. Forsch. 1844—49, Seite 28) den Paraluminit von Halle und folgerte aus den Analysen von Märtens und Schmid dafür die Formel

$$2Al_2O_3 . SO_3 + 15HO$$

für welche ich (Seite 17 der Bearb. d. Mohs'schen Mineralsystems) die Formel

$$2\,(3HO . Al_2O_3) + 9HO . SO_3$$

schrieb.

Marchand fand für den Paraluminit ein anderes Resultat als die genannten Chemiker und gab die Formel

$$5Al_2O_3 . 3SO_3 + 36HO;$$

andere von Marchand, Backs und F. Wolff analysirte Stücke zeigten wieder andere Verhältnisse der Bestandtheile, woraus Marchand die Formel

$$5Al_2O_3 . 2SO_3 + 36HO$$

aufstellte und es schien, nach dieser Art zu formuliren, dass nicht allein diese, sondern auch mannigfache andere Formeln, wie auch dergleichen aufgestellt wurden, z. B. (Rammelsb. 2, Suppl. 10)

Digitized by Google

$$2\,(Al_2O_3 . SO_3 + 9HO) + 3\,(6HO . Al_2O_3)$$
$$3\,(Al_2O_3 . SO_3 + 9HO) + 2\,(4HO . Al_2O_3) + HO$$
$$(Al_2O_3 . SO_3 + 9HO) + 6HO . Al_2O_3$$

möglich wären, wodurch durchaus keine Aufklärung über die chemische Constitution des Aluminits gegeben wurde. So gut wie man den Paraluminit trennen konnte, hätte man noch andere Species aufstellen können, wenn man fest daran hielt, die gesammte Menge der Thonerde mit der Schwefelsäure zu verbinden und das Wasser in seinen Multiplen anzuhängen, oder wenn man die ursprüngliche Formel $Al_2O_3 . SO_3 + 9HO$ in allen Abänderungen herstellen wollte und den Rest in willkürlichen, den Mengen entsprechenden Formeln beifügte.

Wenn der Aluminit bei dem Wechsel seiner Bestandtheile und bei dem Mangel massgebender Gestalten eine Species bleiben sollte, so musste sich trotz der Abweichungen in der chemischen Constitution das Band finden lassen, welches diesen Wechsel erklärt und zu einer gemeinschaftlichen Formel des Aluminits, Paraluminits und der andern abweichenden Stoffe führt. Ich unterwarf daher die bekannten Analysen von Neuem der Berechnung und fand, dass alle diese abweichenden Resultate sich sehr einfach vereinigen lassen, dass der Paraluminit nur eine Abänderung, wie andere scheinbar abweichende Stücke ist und die allgemeine Formel der Species

$$m\,(6HO . Al_2O_3) + 3HO . SO_3$$

ist, wie die nachfolgende Berechnung der verschiedenen Analysen zeigt.

Aus den Äquivalenten

$$9HO \quad 1Al_2O_3 \quad 1SO_3$$

welche der Mehrzahl der Analysen entsprechen, lassen sich, wenn man das Wasser zum Theil mit der Thonerde, zum Theil mit der Schwefelsäure in Verbindung bringt, das Ganze also aus einem Hydroaluminat und einem Hydrosulfat bestehend annimmt, zwei Formeln aufstellen, nämlich

$$3HO . Al_2O_3 + 6HO . SO_3 \text{ und}$$
$$6HO . Al_2O_3 + 3HO . SO_3$$

und die weitern Berechnungen erwiesen, dass die Annahme der letztern Formel die richtigere ist, indem die andern Abänderungen, welche nicht dem einfachsten Verhältnisse der Äquivalente entspre-

Digitized by Google

chen, bei der Zunahme an Thonerde und bei der Abnahme an Schwefelsäure den Wassergehalt in dem der letzten Formel entsprechenden Verhältnisse der beiden Glieder aufweisen, so dass die allgemeine Formel

$$m\,(6HO.\,Al_2O_3) + 3HO.\,SO_3$$

für alle Abänderungen hervorgeht.

Wenn man genau wissen wollte, in welcher Weise die Äquivalente

$$9HO\ \ 1Al_2O_3\ \ 1SO_3$$

verbunden sind und wie der Wassergehalt bei steigendem Thonerdegehalt sich verhält, so musste man vergleichen, in welchem Verhältnisse bei gleichem Hydrosulfat $3HO.SO_3$ das Hydroaluminat erscheint und ob das Hydroaluminat dasselbe bleibt. Hierzu diente nun folgendes Verfahren, welches bei allen Schwankungen die genaueste Controle gestattete:

Aus der Formel $6\,HO.Al_2O_3 + 3\,HO.SO_3$ folgt, wenn man für HO die Äquivalentzahl 9·0

„ $Al_2O_3$ „ „ 51·4

„ $SO_3$ „ „ 40·0

der Berechnung zu Grunde legt, dass der Aluminit in dieser, der einfachsten Form

46·984 Wasser
29·814 Thonerde
23·202 Schwefelsäure

in 100 Theilen enthält, oder, wenn wir die Bestandtheile der Formel gemäss vertheilen:

29·814 Thonerde
31·323 Wasser } 61·137 Hydroaluminat $6HO.Al_2O_3$

15·661 Wasser
23·202 Schwefelsäure } 38·863 Hydrosulfat $3HO.SO_3$.

Berechnen wir nun die Analysen in der Voraussetzung dieser beiden Wasserverbindungen, so zeigt sich zunächst in den Abänderungen aus der Gegend von Halle, welche die grössten Abweichungen ergaben und zu verschiedenen Formeln führten, die schönste Harmonie, indem sie sämmtlich zu der allgemeinen Formel

$$m\,(6HO.\,Al_2O_3) + 3HO.\,SO_3$$

führen.

Digitized by Google

1. Der Aluminit aus dem Garten des Waisenhauses bei Halle entnommen, enthält nach Marchand (Übers. 1844—49, 29):

47·0 Wasser,
30·7 Thonerde,
22·3 Schwefelsäure,
100·0.

Hieraus folgen die Äquivalente

| | | | |
|---|---|---|---|
| 52·222 HO | 5·973 $Al_2O_3$ | 5·575 $SO_3$ | oder |
| 8·743 | 1·000 | 0·934 | oder |
| 9 | 1 | 1 | |

Verändert man in der Analyse die 22·3 Procente der Schwefelsäure in die 23·202 der Berechnung und berechnet die dieser Veränderung entsprechenden Zahlen des Wassers und der Thonerde, so ergab die Analyse demgemäss

48·448 Theile Wasser,
31·942 „ Thonerde,
23·202 „ Schwefelsäure,
in 103·592 Theilen.

Auf 23·202 Theile Schwefelsäure kommen
15·661 Theile Wasser, um 1 Äquivalent $3HO.SO_3$ zu bilden, und es bleiben 32·787 Theile Wasser
31·942 Theile Thonerde.
Dividirt man jene durch 31·323
diese durch 29·814
die dem Hydroaluminat $6HO.Al_2O_3$ entsprechenden Procentzahlen, so zeigen die beiden Quotienten

1·047
1·072

dass in der untersuchten Abänderung auf 1 Äquivalent $3HO.SO_3$
1 Äquivalent $6HO.Al_2O_3$
kommt, entsprechend der Formel $6HO.Al_2O_3 + 3HO.SO_3$.

Es wurde hier der Gang der Berechnung ausführlich angegeben, um in der Folge die Wiederholungen zu vermeiden, so dass bei den übrigen Analysen die Resultate kürzer angegeben werden können und man wird im Vergleiche mit dieser Berechnung aus den in der Folge neben einander gestellten Zahlen ohne weitere Angaben entnehmen, wie die Zahlen zusammengehören.

Digitized by Google

2. In einer andern Varietät des Aluminit von Halle, welche unter dem Mikroskope sich in Gestalt spiessiger Krystalle darstellt, fand Marchand (Übers. 1844—49, 28)

46·21 Wasser,
22·30 Schwefelsäure,

Rest (= 31·49) Thonerde mit sehr wenig Kieselsäure und Kalkerde.

Nehmen wir, um die Berechnung consequent durchzuführen, die 31·49 Procent als Thonerde, ohne die sehr wenige Kieselsäure und Kalkerde zu beachten, so folgen die Äquivalente

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 51.344 HO | 6·126 $Al_2O_3$ | 5·575 $SO_3$ | oder |
| 9·209 | 1·099 | 1·000 | oder |
| 9 | 1 | 1 | |

Die andere Art der Berechnung gibt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 48·080 Theile Wasser | 15·661 + 32·419 : 31·323 | 1·035 |
| 23·202 „ Schwefelsäure | 23·202 | | |
| 32·764 „ Thonerde | 32·764 : 29·814 | 1·099 |
| 104·046 Theile. | | |

Es kommt mithin auf 1 Äquivalent $3HO.SO_3$
1 „ $6HO.Al_2O_3$.

3. Der Aluminit aus dem Garten des Pädagogium bei Halle besteht nach Schmid (Übers. 1844—49, 28) aus:

46·34 Wasser,
29·23 Thonerde,
23·25 Schwefelsäure,
1·18 Kalkerde,
100·00.

Da hier nicht angegeben ist, ob die Kalkerde mit Kohlensäure verbunden war, wie Backs und E. Wolff angaben, oder mit Schwefelsäure und Wasser, wie auch wahrscheinlich ist, so lassen wir den geringen Gehalt an Kalkerde ganz aus der Rechnung und finden die Äquivalente

| | | | |
|---|---|---|---|
| 51·489 HO | 5·687 $Al_2O_3$ | 5·812 $SO_3$ | oder |
| 9·054 | 1·000 | 1·022 | oder |
| 9 | 1 | 1 | |

Die andere Art der Berechnung gibt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46·244 Wasser | 15·661 + | 30·583 | 0·979 |
| 29·170 Thonerde | | 29·170 | 0·976 |
| 23·202 Schwefelsäure | 23·202 | | |
| 98·616 Theile. | | | |

Digitized by Google

Hiernach entspricht ein Äquivalent $3HO.SO_3$ einem Äquivalente $6HO.Al_2O_3$.

4. Der Aluminit von Morl bei Halle enthält nach Stromeyer (dessen Untersuchungen über die Mischung der Mineralkörper 99)

45·335 Wasser,
30·980 Thonerde,
23·685 Schwefelsäure,
100·000

woraus die Äquivalentzahlen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 50·372 HO | 6·027 $Al_2O_3$ | 5·921 $SO_3$ | oder |
| 8·358 | 1·000 | 0·982 | oder |
| 8·507 | 1·018 | 1·000 | |

hervorgehen.

Setzt man anstatt 23·685 Procente Schwefelsäure der Analyse 23·202 Theile, so gibt unsere Berechnung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 44·412 Wasser | 15·661 | + 28·751 | 0·918 |
| 30·348 Thonerde | | 30·348 | 1·018 |
| 23·202 Schwefelsäure | 23·202 | | |
| in 97·962 Theilen, | | | |

folglich ein Äquivalent $6HO.Al_2O_3$ auf ein Äquivalent $3HO.SO_3$.

5. Stromeyer (ebendaselbst) untersuchte eine zweite Abänderung und fand:

46·3720 Wasser,
30·2629 Thonerde,
23·3651 Schwefelsäure,
100·000.

woraus die Äquivalentzahlen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 51·524 HO | 5·888 $Al_2O_3$ | 5·841 $SO_3$ | oder |
| 8·769 | 1·000 | 0·992 | |

folgen und die weitere Berechnung gibt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 46·048 Wasser | 15·661 | + 30·387 | 0·970 |
| 30·052 Thonerde | | 30·052 | 1·008 |
| 23·202 Schwefelsäure | 23·202 | | |
| in 99·302 Theilen, | | | |

woraus auf ein Äquivalent $6HO.Al_2O_3$ ein Äquivalent $3HO.SO_3$ folgt.

6. Der sogenannte Paraluminit, welcher etwa 100 Schritte von der Südseite der Stadt Halle nesterweise im Letten vorkommt (Übers. 1844—1849, 28) und dessen gelbliche Färbung nach

Digitized by Google

Marchand von organischen Bestandtheilen herrührt, enthält nach Märtens und Schmidt

50·000 Wasser,
35·961 Thonerde,
14·039 Schwefelsäure,
100·000.

Hierauf folgen die Äquivalentzahlen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 55·555 HO | 6·996 $Al_2O_3$ | 3·509 $SO_3$ | oder |
| 15·882 | 2·000 | 1·003 | oder |
| 15·832 | 1·994 | 1·000 | |

und die weitere Berechnung gibt:

| | | |
|---|---|---|
| 82·634 Wasser | 15·661 + 66·973 | 2·138 |
| 59·432 Thonerde | 59·432 | 1·993 |
| 23·202 Schwefelsäure | 23·202 | |
| in 165·268 Theilen, | | |

woraus auf 1 Äquivalent $3HO.SO_3$
2 Äquivalente $6HO.Al_2O_3$ hervorgehen und die Formel:

$$2\,(6HO.Al_2O_3) + 3HO.SO_3.$$

7. Eine zweite Analyse der genannten Chemiker ergab für den sogenannten Paraluminit:

49·03 Wasser,
36·17 Thonerde,
14·54 Schwefelsäure,
99·74.

Die Berechnung führt zu den Äquivalenten:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 54·478 HO | 7·035 $Al_2O_3$ | 3.635 $SO_3$ | oder |
| 15·345 | 2·000 | 1·033 | |

andererseits zu:

| | | |
|---|---|---|
| 78·239 Wasser | 15·661 + 62·578 | 1·998 |
| 57·717 Thonerde | 57·717 | 1·936 |
| 23·202 Schwefelsäure | 23·202 | |
| in 159·158 Theilen. | | |

Daher kommen wieder 2 Äquivalente $6HO.Al_2O_3$
auf 1 Äquivalent $3HO.SO_3$.

8. Marchand (ebendaselbst, S. 29) fand nicht dieselben Mengen, sondern

47·2 Wasser,
36·0 Thonerde,
17·0 Schwefelsäure,
100·2

Digitized by Google

was zu den Äquivalentzahlen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 52·444 HO | 7·004 $Al_2O_3$ | 4·250 $SO_3$ | oder |
| 7·488 | 1·000 | 0·607 | oder |
| 22·464 | 3·000 | 1·821 | oder |
| 24·679 | 3·296 | 2·000 | |

führt. Die anderweitige Berechnung gibt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 64·419 Wasser | 15·661 + | 48·758 | 1·557 |
| 49·134 Thonerde | | 49·134 | 1·648 |
| 23·202 Schwefelsäure | 23·202 | | |
| in 136·755 Theilen, | | | |

wornach auf 1 Äquivalent $3HO.SO_3$

$1\frac{1}{2}$ Äquivalente $6HO.Al_2O_3$

oder doppelt genommen auf 2 Äquivalente des Hydrosulfats 3 Äquivalente des Hydroaluminats kommen und die Formel

$$3(6HO . Al_2O_3) + 2(3HO . SO_3)$$

ergeben.

9. Eine andere Abänderung des Aluminit von Halle ergab nach Marchand (Übers. 1844—49, 29)

48·80 Wasser,
39·50 Thonerde,
11·45 Schwefelsäure,
99·75

und die daraus berechneten Äquivalentzahlen sind:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 54·222 HO | 7·685 $Al_2O_3$ | 2·862 $SO_3$ | oder |
| 7·056 | 1·000 | 0·372 | oder |
| 21·168 | 3·000 | 1·116 | oder |
| 56·835 | 8·055 | 3·000 | |

Die Berechnung bei der Annahme von 23·202 Theilen Schwefelsäure gibt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 98·886 Wasser | 15·661 + | 83·225 | 2·657 |
| 80·042 Thonerde | | 80·042 | 2·684 |
| 23·202 Schwefelsäure | 23·202 | | |
| in 202·130 Theilen, | | | |

wesshalb auf 1 Äquivalent $3HO.SO_3$

$2\frac{2}{3}$ oder $\frac{8}{3}$ Äquivalente $6HO.Al_2O_3$

oder dreimal gewonnen auf 3 Äquivalente des Hydrosulfats 8 Äquivalente des Hydroaluminats kommen und zu der Formel

$$8(6HO.Al_2O_3) + 3(3HO.SO_3)$$

Digitized by Google

führen. Weniger genau wäre die Formel $3(6HO . Al_2O_3) + 3HO.SO_3$ gewesen, wenn man anstatt der Quotienten 2·657 und 2·684 die Zahl 3 genommen hätte.

10. Eine andere Abänderung gab nach Back's (ebendaselbst 29)

49·18 Wasser,
37·71 Thonerde,
12·22 Schwefelsäure,
1·00 kohlensaure Kalkerde,
100·11

und führt zu den Äquivalenten:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 54·644 HO | 7·337 $Al_2O_3$ | 3·055 $SO_3$ | oder |
| 7·448 | 1·000 | 0·416 | oder |
| 37·240 | 5·000 | 2·080 | oder |
| 35·774 | 4·803 | 2·000 | |

Werden anstatt der 12·22 Procent Schwefelsäure in der Analyse 23·202 Theile Schwefelsäure gesetzt, so gibt die Berechnung:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 93·378 Wasser | 15·661 + 77·717 | 2·481 |
| 71·600 Thonerde | 71·600 | 2·402 |
| 23·202 Schwefelsäure | 23·202 | |
| in 188·180 Theilen, | | |

und es enthält dieser Aluminit $2^1/_2$ Äquivalente $6HO . Al_2O_3$
auf 1 Äquivalent $3HO . SO_3$
oder wenn man die Quotienten 2·481 und 2·402 verdoppelt und anstatt der Zahlen 4·962 und 4·804 die ganze Zahl 5 nimmt, auf 5 Äquivalente des Hydroaluminats, 2 Äquivalente des Hydrosulfats, entsprechend der Formel $5\ (6HO . Al_2O_3) + 2\ (3HO . SO_3)$.

11. Nahestehend ist das von E. Wolff (ebendaselbst 29) erhaltene Resultat, er fand:

47·07 Wasser,
38·81 Thonerde,
12·44 Schwefelsäure,
1·68 kohlensaure Kalkerde,
100·00

woraus die Äquivalente

| | | | |
|---|---|---|---|
| 52·300 HO | 7·551 $Al_2O_3$ | 3·110 $SO_3$ | oder |
| 6·926 | 1·000 | 0·412 | oder |
| 34·630 | 5·000 | 2·060 | |

Digitized by Google

hervorgehen. Die andere Art der Berechnung führt zu

| | | | |
|---|---|---|---|
| 87·791 Wasser | 15·661 + | 72·130 | 2·303 |
| 72·385 Thonerde | | 72·385 | 2·428 |
| 23·202 Schwefelsäure | 23·201 | | |
| in 182·378 Theilen. | | | |

Die verdoppelten Quotienten geben die Zahlen 4·606 und 4·856, wofür man annähernd die Zahl 5 nehmen kann, die Multiplication mit 3 gibt die Zahlen 6·909 und 7·284, und man kann die annähernde Zahl 7 nehmen. Hiernach kommen entweder 5 Äquivalente des Hydroaluminats auf 2 Äquivalente des Hydrosulfats, oder 7 auf 3, woraus die beiden gleich annähernden Formeln 5 ($6HO.Al_2O_3$) + 2 ($3HO.SO_3$) und 7 ($6HO.Al_2O_3$) + 3 ($3HO.SO_3$) sich ergeben.

12. Nach Simon Hausmann (System und Geschichte der Mineralkörper, II, 1177) ergab ein Aluminit von Halle

47·00 Wasser,
32·50 Thonerde,
19·25 Schwefelsäure,
0·45 Kieselsäure,
0·35 Kalkerde,
0·45 Eisenoxyd,
100·00.

Die daraus berechneten Äquivalente sind:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 52·222 HO | 6·323 $Al_2O_3$ | 4·812 $SO_3$ | oder |
| 8·259 | 1·000 | 0·761 | |
| 33·036 | 4·000 | 3·044 | |

und die Annahme von 23·202 Theilen Schwefelsäure anstatt 19·25 Procent in der Analyse gibt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 56·649 Wasser | 15·661 + | 40·988 | 1·309 |
| 39·172 Thonerde | | 39·172 | 1·314 |
| 23·202 Schwefelsäure | 23·202 | | |
| in 119·023 Theilen. | | | |

Werden die Quotienten 1·309 und 1·314 dreimal genommen, woraus die Zahlen 3·927 und 3·942 hervorgehen, anstatt welcher man die ganze Zahl 4 nimmt, so enthält dieser Aluminit

auf 3 Äquivalente des Hydrosulfats $3HO.SO_3$
4 Äquivalente des Hydroaluminats $6HO.Al_2O_3$

und entspricht der Formel 4 ($6HO.Al_2O_3$) + 3 ($3HO.SO_3$).

Digitized by Google

13. Endlich analysirte noch Bucholz einen Hallischen Aluminit (Gehlen's Journal IV, 445) und fand

45·0 Wasser;
31·0 Thonerde,
21.5 Schwefelsäure,
2·0 Eisenoxyd, Kieselsäure und Kalkerde,
99·5.

Die daraus berechneten Äquivalente sind:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 50·000 HO | 6·031 $Al_2O_3$ | 5·350 $SO_3$ | oder |
| 8·292 | 1·000 | 0·887 | |
| 9·346 | 1·127 | 1·000 | |

Unsere anderweitige Berechnung gibt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 48·562 Wasser | 15·661 + 32·901 | | 1·054 |
| 33·454 Thonerde | | 33·454 | 1·122 |
| 23·202 Schwefelsäure | 23·202 | | |
| in 105·218 Theilen, | | | |

wonach dieser Aluminit auf 1 Äquivalent $3HO.SO_3$
1 Äquivalent $6HO.Al_2O_3$
entsprechend der Formel $6HO.Al_2O_3 + 3HO.SO_3$ enthält.

Dieselbe Formel ergeben der Aluminit von Lunel Vieil nach Dufrénoy, und der Aluminit von Auteuil nach Dumas (Dufrénoy traité de min. II, 366), indem sie fanden:

| | |
|---|---|
| 46·80 | 47·00 Wasser, |
| 29·72 | 30·00 Thonerde, |
| 23·45 | 23·00 Schwefelsäure, |
| 99·97 | 100·00. |

Auch Berthier untersuchte ein hieher gehöriges Mineral von Huelgoët in der Bretagne (Mémoires ou notices chimiques, 1839, 288) und fand:

42·1 Wasser,
41·5 Thonerde,
12·9 Schwefelsäure,
3·5 Kieselsäure,
100·0.

Die berechneten Äquivalente sind:

46·778 HO 8·074 $Al_2O_3$ 3·225 $SO_3$ 0·773 $SiO_3$

und geben zu wenig Wasser, um eine Formel zu bilden, welche unter die allgemeine des Aluminits fiele. Wir müssen es daher vorläufig dahin gestellt sein lassen, wohin dieses Mineral gehört, bis eine weitere Untersuchung darüber Aufklärung verschaffen wird.

Digitized by Google

Anders verhält es sich mit dem dem Aluminit ähnlichen Minerale aus dem Gebirge von Bernon bei Epernay im Departement de la Marne, welches J. L. Lassaigne analysirte (Ann. de chim. et de phys. XXIV, 97). Er fand darin:

39·94 Wasser,
39·70 Thonerde,
20·06 Schwefelsäure,
0·30 schwefelsaure Kalkerde,
100·00.

Die Berechnung ergibt die Äquivalente:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 44·378 | HO | 7·724 | $Al_2O_3$ | 5·015 $SO_3$ oder |
| 5·746 | | 1·000 | | 0·650 oder |
| 17·238 | | 3·000 | | 1·950 oder |
| 17 | | 3 | | 2 |

Hieraus folgt die Formel $3(3HO.Al_2O_3) + 2(4HO.SO_3)$.

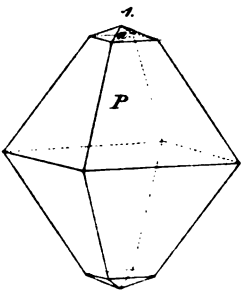
Nachdem nun durch die Analyse K. v. Hauer's (Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kais. Akademie der Wissenschaften, Band XII, S. 183) dargethan worden ist, dass der Felsőbányt der Formel

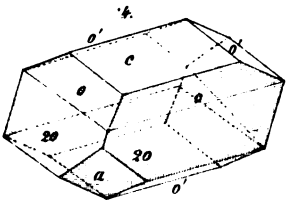
$$2Al_2O_3\,SO_3 + 10HO$$

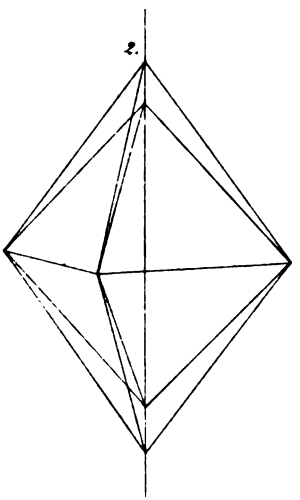
entspricht, für welche ich $2(3HO.Al_2O_3) + 4HO.SO_3$ schreibe, so zeigt sich, dass jenes Mineral dem Felsőbányt nahe steht, oder wenn man aus meinen Untersuchungen über die allgemeine Formel des Aluminits zu schliessen, auch hier eine allgemeine Formel anzunehmen geneigt sein kann, jenes Mineral unter diese allgemeine Formel fällt. Es würde demgemäss die allgemeine Formel $m(3HO.Al_2O_3) + 4HO.SO_3$ sein, und während für das Mineral von Felsőbánya, welches K. v. Hauer analysirte, $m = 2$ ist, ist für das Mineral von Epernay, welches Lassaigne analysirte, $m = \frac{2}{3}$.

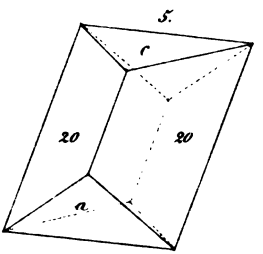
Ein Analogon hierzu bieten die beiden Vitriolsalze, der Stypticit, *Hausmann*, und der Fibroferrit, *Prideaux*, aus deren Analysen sich entsprechende Formeln aufstellen liessen. Für den Stypticit gab ich (Seite 10 meiner Bearbeitung des Mohs'schen Mineralsystems) die Formel $3HO.Fe_2O_3 + 2(4HO.SO_3)$ und für den Fibroferrit die Formel $3(3HO.Fe_2O_3) + 5(4HO.SO_3)$ und es dürfte sich sehr leicht finden, dass beide zusammengehören. Ausserdem zeigt auch noch die Vergleichung der Formeln, dass der salinische Charakter, die Löslichkeit im Wasser, bei so nahestehenden

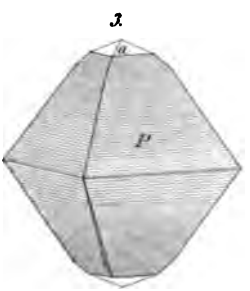
Digitized by Google

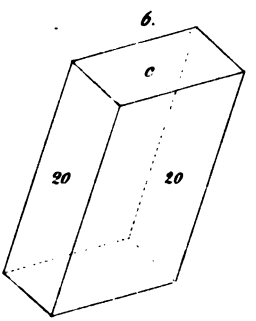


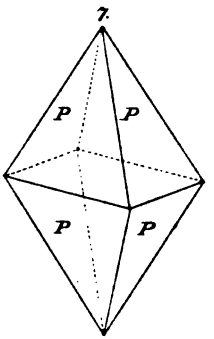



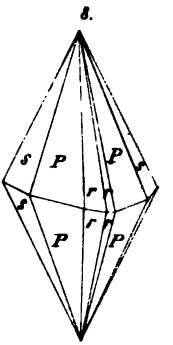

Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

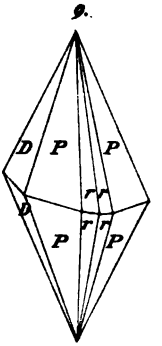
Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math.-naturw. Cl. XV. Bd. 2. Heft. 1855.

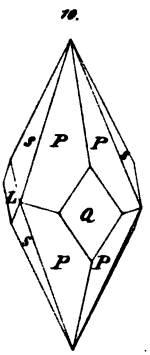
Digitized by Google

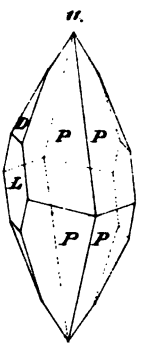
Digitized by Google

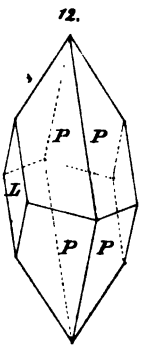


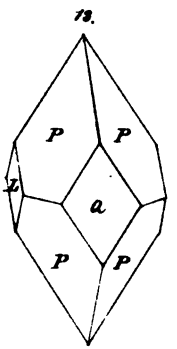



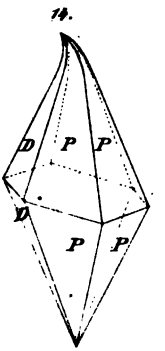




Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. XV. Bd. 2. Heft. 1855.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zusammensetzungen dadurch bedingt werde, dass das Hydrosulfat überwiegend ist, während bei den zu den Haloiden, im Wasser nicht löslichen, gehörenden das Hydrosulfat zurücksteht.

Schliesslich ist noch einer in älterer Zeit angestellten Untersuchung des Aluminit von Halle zu gedenken, welche Chenevix anstellte (Gilbert's Annalen, XX, 405). Derselbe scheint eine Abänderung untersucht zu haben, welche an die von E. Wolff und Backs analysirten erinnert, indem er Schwefelsäure und Thonerde in dem Verhältniss der Säure und Basis wie 2:3 fand und angab, dass das Mineral schwefelsaure Thonerde $Al_2 O_3 . SO_3$ mit Überschuss von Thonerde sei. Der Wassergehalt wurde nicht gesucht und bestimmt.

---

## *Die Gallen.*

Versuch die durch Insecten an den Pflanzen verursachten Auswüchse nach ihren Haupttypen und Wachsthumsverhältnissen naturgemäss zu gruppiren.

Von **Georg Frauenfeld**,
k. k. Custos-Adjunct.

Es gibt kaum einen Gegenstand in der ganzen Naturgeschichte, der die beiden organischen Reiche inniger verbindet, und in so unmittelbare Abhängigkeit bringt, als die von Insecten verursachten Pflanzenauswüchse. Ihre wissenschaftliche Behandlung und die Kenntniss derselben, ist vergleichsweise weit hinter den Fortschritten zurückgeblieben, welche die Insectengeschichte überhaupt in den letzten Decennien darbietet. Die gleichumfassende nothwendige Kenntniss der Pflanzen sowohl, wie beinahe sämmtlicher Hauptabtheilungen der Insecten und selbst der Spinnen mag wohl Ursache sein, dass deren Studium in jener riesigen Ausdehnung das wesentlichste Hinderniss einer vollkommenen Bewältigung dieser Aufgabe fand.

Wir haben bisher keine diesen Zweig ganz umfassende Arbeit. Hartig, Bremi, Razeburg, Löw und neuerlichst Winnertz's [1]) Arbeiten über gallenerzeugende Insecten enthalten höchst schätzbare Beobachtungen und werthvolle Beiträge, allein sie begreifen nur einzelne Theile, wenn auch die überwiegenderen, da

[1]) Siehe am Schlusse die betreffenden Werke.



Digitized by Google

*Cynips*, *Trypeta*, *Cecidomyia* die meisten Gallenerzeuger enthalten. Allein auch hier finden wir, Hartig und Bremi ausgenommen, bei denen die meisten Beschreibungen zu finden sind, das Hauptsubstrat, die Gallen selbst, so wie ihre äusserst interessante tief eingreifende Verschiedenheit nur ganz allgemein berücksichtigt.

Was die übrigen Insecten-Abtheilungen betrifft, welche in Bezug auf Gallenerzeugung wichtig erscheinen, so sind einzelne Bruchstücke älterer Beobachter alles, was wir davon besitzen. In Betreff der Käfer sind diese Notizen in der kürzlich erschienenen Aufzählung der bisher bekannten Larven der Coleoptern von Chapuis und *Candeze* so dürftig, dass der bei weitem grösste Theil der Erzeuger von Missbildungen dieser Abtheilung daselbst gänzlich fehlt.

Die verschiedenen Deformitäten, nicht immer als Missgebilde richtig bezeichnet, da sie häufig höchst zierliche symmetrische, schöne Gestalten zeigen, wurden als diese selbst, nachdem Réaumur sie schon zu gruppiren versuchte von Kalchberg in — Natur der Pflanzenauswüchse — und von Hammerschmid in dessen — Eintheilung der Pflanzenauswüchse — in einem Schema zusammengestellt, die jedoch beide in keiner Hinsicht befriedigen. Wenn wir nicht umhin können, durch die Einwirkung irgend eines Thieres auf die Pflanze eine bestimmte Vegetationsthätigkeit nur durch dasselbe hervorgerufen zu sehen, so sind Wachsthums-Erscheinungen, wie Muttermäler, Masern, Warzen, die nichts damit gemein haben, ganz auszuschliessen und in die Pflanzentheratologie zu verweisen, wo von diesem Gesichtspunkte betrachtet, allerdings auch unsere Umbildungen zur Betrachtung kommen müssen, jedoch nie mit jenen vereint. Es wäre dann auch gar kein Grund vorhanden, Verbänderungen und andere hypertrophe Erscheinungen auszuscheiden, die doch keiner von beiden in sein Schema aufgenommen hatte.

Kalchberg gibt diese irrig hierhergezogenen Abnormitäten mit ziemlich richtigem Gefühl wie einen Anhang als letzte Classe; Hammerschmid vereint sie aber gar mit den Blattrosen, eine Zusammenstellung, deren Irrthümlichkeit von selbst einleuchtet.

Auch die übrigen Gruppen bestehen aus ganz ungleichartigen Elementen, die nur von der oberflächlichsten äussern Formähnlichkeit genommen, ganz verschiedene Dinge zusammenbringen. Namentlich sind die eigentlichen Gallen ein Aggregat der heterogensten Art, wie sich weiter unten ergeben wird.

Digitized by Google

Kalchberg hat in seinen — Fleischzapfen und Sackgeschwülsten — keine so scharfe Umgrenzung, dass alle derlei Gebilde ausgeschlossen wären, welche mit seiner eigenen Definition: — Pflanzenauswüchse sind solche Aftergebilde, die über die natürliche Grenze des Organismus hinaus die Spuren einer erhöhten Bildungsthätigkeit beurkunden — in Widerspruch sind. Noch weiter aber geht Hammerschmid, der den Begriff seiner ersten und dritten Abtheilung so weit fasst, dass ausser einer solchen, durch die angeregte Bildungsthätigkeit hervorgebrachten Umgestaltung eine Menge anderer physiologisch weit davon verschiedener nur formähnlicher Erscheinungen von ihm dahin gebracht werden. Wenn er die nach verzehrtem Parenchym der Buchenblätter durch die Larven von *Orchestes fagi* beim Vertrocknen sich blasig und verkrümmt zusammenziehenden Blatthäute und ähnliche solche als Pflanzen-Auswuchs deutet, so ist dies eben so begriffswidrig, als es unrichtig ist, wenn er dann sämmtliche durch Blattminirer entstehende Höhlungen ausschliesst, die er wohl in der Überzeugung, dass dies doch unmöglich angehe, in seiner nominativen Aufzählung nicht anführt. Hier ist nirgends eine Spur von einer erweiterten Bildungsthätigkeit, die nothwendigerweise strenge festgehalten werden muss, wenn wir den Gegenstand klar und unverwirrt erhalten wollen.

Ich habe die Larven von *Orchestes tomentosus* in den Spitzen der Blattzipfel von *Centaurea paniculata* gleichfalls vom Parenchyme lebend entdeckt, allein hier hat die Epidermis durch Verdickung ihres Zellgewebes und neuer Lagen eine Veränderung im Sinne der von mir bezeichneten fortgesetzten Bildungsthätigkeit der Pflanze in ihren Elementartheilen erfahren, die sie in die Reihe der Gallenbildungen bringt. Nur dadurch ist es möglich, die im Marke vieler Pflanzen lebenden Larven als Erzeuger von Gallen zu bezeichnen, oder hiervon auszuscheiden. Die im Stengel von *Artemisia campestris* lebende Bohrfliege, so wie der im Innern des *Verbascum thapsiforme* hausende *Gymnetron cylindrirostris* geben nicht im entferntesten Anlass zu einer besonderen Bildungsthätigkeit, während *Apion curvirostre*, dessen Anwesenheit in der Gartenmalve von aussen auch oft gänzlich unbemerkbar ist, eine Verdichtung der um die Höhle der Larve befindlichen Zellen des Markes, namentlich aber in den Geweben der Holz- und Rindenschichten hervorruft, die sich sodann in dünneren Stengeln zu knotigen Anschwellungen steigert.



Digitized by Google

Der neueste Versuch einer solchen Gruppirung der Gallen ist von Lacaze-Duthiers, ganz auf die anatomischen Verhältnisse des Pflanzengewebes gegründet. Allein auch diese Anordnung kann nicht gut geheissen werden. Abgesehen davon, dass die Abtheilung der gemischten Gallen, deren Misslichkeit er selbst anerkennt, da er dabei bemerkt, dass in der Natur durchaus keine solchen scharfen Grenzen bestehen, als wir sie in unseren Classificationen ziehen, eine ganz unhaltbare ist, so sind auch seine übrigen Abtheilungen ein Gemisch von sehr entfernt stehenden Gebilden, ja selbst seine engsten Unterabtheilungen liefern den Beweis, dass jede einseitige Betrachtung in der Natur sich rächt.

In der dritten Gruppe seiner einkammerigen äusseren Gallen mit zelligem Parenchym: die *Galles lenticulaires* vereint er die von *Neuroterus* erzeugten vollkommen geschlossenen schirm- und linsenförmigen Gallen mit centraler Höhle auf Blättern von *Quercus pedunculata*, mit der nur eine Einsackung bildenden filzigen Schlauchgalle auf Blättern von *Quercus cerris* durch *Lasioptera* hervorgebracht.

Äussere Übereinstimmung, wie anatomische Verhältnisse für sich allein sind wohl beide gleich ungenügend zur richtigen Würdigung dieser für den ganzen Organismus jener Gebilde höchst wichtigen Differenzen.

Czech hat in der entomologischen Zeitschrift von Stettin mit vielem Scharfsinn die Reizungs-, die Gährungs-, so wie die Infectionstheorie als wirksame Agentien bei Entstehung der Gallen zu entkräften sich bemüht, und dafür als Norm folgenden Satz hingestellt: Das Excret der Gallenbildner ist eine organisationsfähige und zwar: gallenbildende Verbindung mit dem Zellinhalte des Pflanzentheils, und fordert eine fortdauernde Secernirung durch die lebende Larve, wobei er mit freimüthiger Offenheit sagt, dass wir über die Ursachen der grossen specifischen Verschiedenheit der Gallen nichts wissen. Allein auch hier muss ich entschieden gegen jede solche Generalisirungstheorie, die es so sehr liebt die Naturerscheinungen in irgend eine ganz ausschliessende Zwangsjacke zu stecken mich aussprechen. Wir reichen bei einem grossen Theil der *Peromata* mit der Reizungstheorie aus, ja wir sind sogar gezwungen mehrere ihrer Erscheinungen einzig und allein durch sie zu erklären. Wenn es Herrn Czech schwer werden dürfte, wenn

Digitized by Google

er das mit dem Zellinhalte verbundene Excret der Gallenbildner eben nicht als Infection gelten lassen will, die ganz ungleichartig und oft ausser dem Bereiche der betreffenden Thiere noch erscheinende Wirkung an der Pflanze zu erklären, so ist in seinem Theorem im Gegentheile kein Grund aufzufinden warum, während bei einigen solchen Gebilden die einmal entflammte Organisationsfähigkeit bei fortgesetzter Erregung unbegrenzt erscheint, diese bei anderen einen bestimmten Abschluss findet, auch wenn entschiedenes Fortwachsen, Lebenskraft und thätige Einwirkung des Thieres später noch stattfindet.

Die von Czech gegebene Definition der Galle als Wucherung eines Pflanzentheiles, entstanden durch thierischen Einfluss, und bestimmt zum Schutz und zur Nahrung für thierische Brut eignet sich vollkommen, sowohl alles hierhergehörige zu umfassen, als auch das Fremdartige davon bestimmt auszuschliessen.

Wenn wir die somit genau umgrenzten Gebilde überblicken, tritt uns eine so ausserordentliche Mannigfaltigkeit entgegen, wie es kaum in irgend einem solchen besonderen Theil der Naturgeschichte der Fall ist. Diese naturgemäss zu gruppiren, will ich die mir bekannten Haupttypen nach ihren Wachsthums-Verhältnissen und ihrer Function genau erörtern.

Eine von normaler Bildung im Pflanzenleben am wenigsten abweichende Erscheinung sind die an Zweig-Enden mit mehr oder wenigerer Verkümmerung der Verlängerung des betreffenden Zweiges gebildeten Blatttaschen, aus wenigen Blättchen, bis zur dichtesten Zapfenrose, wie sich erstere an *Stachys recta*, *Hypericum* etc., letztere in bekanntester Art an Weiden und an der Wolfsmilch sehr häufig finden. Der Erzeuger, wie seine Inquilinen[1]) (nicht Parasiten) sind hier, ohne von der Berührung mit der Atmosphäre abgeschieden zu sein, also ohne geschlossener Höhle eines besonderen Gebildes oder im Innern der Pflanze, von der Oberfläche der Pflanzentheile nur so weit umgeben, als ihre Organisation und Lebensweise es erfordert.

Ganz identisch mit diesem Zwecke und in dieser Bedeutung sind die oft gewaltig verkrüppelten durch Form und Farbe weit auf-

[1]) Jene Insecten, die ohne Gallenbildner zu sein, von diesem Producte zur Ablegung ihrer Brut Gebrauch machen.

Digitized by Google

fälligeren Blatteinrollungen und Umbiegungen, wie wir sie an *Polygonum amphibium*, Weiden u. dgl. kennen.

Eine dritte analoge Reihe von hierher gehörigen Verbildungen geben die Blüthen der verschiedensten Pflanzenfamilien, die von Larven bewohnt, eine stärkere oder geringere Anschwellung der, der Blüthe angehörigen Theile erleiden, wie bei *Verbascum*, *Spiraea*, *Sambucus* etc., in deren Folge ihre Entwickelung gehemmt, und ihr eigentlicher Zweck vereitelt wird, indem sie ein Gewölbe über der Larve bilden, zwar dicht schliessend, aber nicht verwachsen.

Endlich habe ich noch die an Blatträndern wie bei *Pistacia lentiscus*, sodann am Stengel der Pappeln, Ulmenblätter und Zweige entweder durch Verbänderung und Verdrehung zur Höhle werdende Verbildung, oder blasig-schlauchige Auftreibung hierher zu stellen. Obwohl einige derselben, namentlich in der ersten Zeit ihrer Entstehung so fest geschlossen scheinen, dass sie wirklichen im Innern der Pflanzengewebe entstandenen Gallen täuschend ähnlich sehen, so gibt doch der Gang ihrer Entwickelung die unzweifelhafte Gewissheit für ihre Stellung, da sie ihrer vollen Reife und Ausbildung nahe, an jener Stelle immer mehr und mehr klaffen, die auch früher nur als fest an einander gepresste Nath vorhanden war.

Die merkwürdigste, wohl von allen Beobachtern mit eigentlichen im Innern des Pflanzengewebes erzeugten Gallen verwechselte und zusammengestellte Bildung ist die an *Quercus cerris* vorkommende Schlauchgalle, deren flache schneckenförmige Larvenkammer von aussen eine filzig behaarte Linsenform zeigt, und mit mehreren ähnlichen echten Gallen Formähnlichkeit besitzt, während sie als einfache offene Einsackung unzweifelhaft hierher gehört.

Alle diese Gebilde haben den gemeinschaftlichen Charakter, dass sie nie im Innern irgend eines Pflanzentheiles entstehen, und nie eine vollkommen nach aussen fest verwachsen verschlossene Larvenwohnung enthalten.

Ihre Erzeuger finden sich unter den Coleoptern, Diptern, vorherrschend Tipularien, Rhynchoten und Acariden; nicht unter den Hymenoptern.

Dass die Verschiedenheit dieser Gebilde mehrere sehr gut zu gruppirende Unterabtheilungen ergibt, findet sich schon oben angedeutet, und verbietet mir nur der Umfang dieser Arbeit eine weitere Ausführung, die ich mir vorbehalte.

Digitized by Google

Zunächst dieser obigen Gruppe sich anschliessend, in ihrer Umgrenzung aber wohl weniger leicht zu erkennen, ist eine zweite Gruppe, deren Galle zwar ebenfalls nicht von äusserer Verbindung gänzlich abgeschlossen, jedoch eine im Innern des Gewebes irgend eines Pflanzentheiles entstehende Bildung ist. Meist sind es fleischige Anschwellungen, wie z. B. an Achselknospen bei *Achillea*, oder an Blattrippen, wie bei *Cornus sanguinea*, oder auch, u. z. grösstentheils, im Fruchtboden vieler Syngenesisten, bei deren Anschwellung und Verwachsung die Achenen mehr oder minder Theil nehmen. Bei allen mir bekannten Gallen dieser Abtheilung stellt sich die Larvenwohnung in ersterer Zeit beinahe vollkommen geschlossen dar, und erst der Verlauf ihres Wachsthums zeigt ein immer mehr natürlich erweitertes Klaffen jener Stelle, wo der Bewohner seine Nahrungsstätte verlässt, und zwar bei jenen, wo die Larve zur Verwandlung in die Erde auswandert, schon zu dieser Zeit, bei den übrigen, die ihre volle Metamorphose daselbst vollenden, nach der immer mehr und mehr fortschreitenden Verholzung und Vertrocknung des Aftergebildes. Die Erzeuger der mir bekannten sind durchaus Diptern, und zwar sowohl Tipularien, als vorzüglich Trypeten.

Diesen beiden Abtheilungen von nur umhüllenden Gallen sind jene, welche den Bewohner in vollständig verwachsener Höhle einschliessen, entgegengesetzt. Ihre Formen sind weit mannigfaltiger, als jene der ersten Hauptgruppe, ja sie finden sich beinahe sämmtlich ihrer äussern Gestalt nach hier wiederholt.

Ihr gemeinsamer Charakter besteht darin, dass sich niemals eine natürliche Öffnung an derselben bildet, und der Bewohner, sei es als Larve oder als vollständiges Insect genöthigt ist, sich durchzufressen. Ihre nähere Gruppirung ist weit schwieriger als jene der ersten Abtheilung, da sie in den meisten Beziehungen so unmerklich in einander übergehen, dass sich eine scharfe Grenze nur sehr schwer ziehen lässt.

Wenn wir ihre Hauptformen der Reihe nach überblicken, so sind es folgende:

Die Hülle des Doppelsamens der Umbelliferen, z. B. *Daucus*, *Heracleum*, *Pimpinella* u. s. w. schwillt blasig in mehr oder weniger fleischiger Consistenz an; die Larve grösstentheils Cecidomyien angehörig, beisst sich durch und geht zur Verwandlung in die Erde.

Digitized by Google

Einzelne Stellen der Blätter, z. B. von Weiden, *Cornus*, *Viburnum* etc. schwellen in der Grösse von Hirsekörnern bis zu mehreren Linien in rundlicher oder länglicher Form an der Ober- wie Unterseite auf, mit bedeutender Vermehrung und Verdickung der Parenchymzellen. Die Larven grösstentheils von Blattwespen, weniger von Fliegen hervorgebracht, fressen sich, wenn sie vollkommen erwachsen sind, durch, um ihre Verwandlung in der Erde zu bestehen.

Eine weitere solche Bildung findet sich ebenfalls an Weiden, Rosen, etc., wo das Aftergebilde den echten Kugelgallen täuschend ähnlich auf der Blatt- oder Stieloberfläche mit schmaler abgeschnürter Basis aufsitzt. Auch sie, mit den vorigen von gleicher Structur sind mehrentheils von Blattwespen hervorgebracht, deren Larven sich zur Verwandlung in die Erde begeben.

Analog den Blattanschwellungen mit Parenchymverdickung ist die meist von Cecidomyien stammende Anschwellung der Schoten vieler Papilionaceen, deren Larven jedoch bis zur vollkommenen Entwickelung daselbst verbleiben, eben so wie die von Gymnetron im Fruchtboden von Campanula erzeugte Anschwellung das Thier bis zur gänzlichen Ausbildung beherbergt.

Ferners finden wir Fleischgallen mehr oder weniger gehäuft, tiefer eingesenkt oder vollkommen an der Oberfläche, an Stengeln ober der Erde und fort hinab bis an die feinsten Faserwurzeln tief in der Erde an Kohlarten, Leinkraut, *Alysum*, *Astragalus* u. a. m. Obwohl im Allgemeinen rundlich, zeigen sie häufig eine mehr unregelmässig knotige Auftreibung ohne bestimmte Form, und ihre Erzeuger, entweder Fliegen, verlassen öfter bei der Verwandlung den Auswuchs, oder Käfer, werden darin vollkommen ausgebildet. Einige davon sind regelmässig einkammerig, mehrere eben so bestimmt gehäuft, oder das Gesammt-Aftergebilde beherbergt viele Larvenwohnungen näher oder ferner von einander, ohne eine rings um diese her verdichtete Abgrenzung. Bei manchen verwächst die gewöhnlich einkammerige Galle mit mehreren ihr nahe gelegenen zu einer zusammengesetzten, so dass es schwer wird, in dieser Beziehung bei den hierher gehörigen Gallen eine entscheidende Grenze festzusetzen.

Alle bisher aufgezählten Gebilde dieser Abtheilung haben jedoch entweder eine durchaus weiche, zellige Structur, oder es besteht wenigstens die Larvenwohnung nicht aus einem um sie her besonders

Digitized by Google

verdichteten und härteren Gewebe als das allgemeine sie umgebende Gebilde. Es steht diese Verschiedenheit zwischen dieser und der nächsten Abtheilung im innigen Zusammenhange nicht nur mit der Bildung und Nahrungsweise der beherbergten Larve des Erzeugers, als auch mit anderweiten wichtigen Lebensbedingnissen derselben.

Obwohl wir hier vielleicht die meiste Verschiedenheit in den Gallenbildnern finden, so sind doch, so weit meine Erfahrung reicht, die eigentlichen Gallwespen noch immer nicht vertreten, und dürften diese sich ausschliessend in der nächsten Abtheilung finden.

Hier gewinnen auch die Gallen selbst öfter eine selbstständige Form von so zusammengesetzter Organisation und regelmässiger Gestalt, dass man kaum mehr eine Afterwucherung, sondern ein der Pflanze regelmässig angehöriges Gebilde zu sehen glaubt.

Es sind beinahe durchaus Holzgallen, bei denen zum mindesten das innerste Larvengehäuse aus einer rings abgeschlossenen Kammer von härterem, oft holz- bis beinhartem Gewebe besteht, wenn auch aussen her eine sehr dicke Lage von schwammigem oder saftigem Parenchyme dasselbe enge oder weiter umschliesst, und sonach als Saft- oder Korkgalle dem obigen Ausdrucke nicht zu entsprechen scheint. In der Regel ist dies Gehäuse von ovaler oder reiner Kugelform und öfter so dünn, dass es nur wie starkes Papier erscheint. So findet es sich von Nadelkopfgrösse bis zur Grösse von höchstens zwei Linien an Eichenblättern, ohne alle weitere Umgebung, oder in einer blasigen Hülle der Blatthäute, im Grunde der Knospen, von deren Schuppen oder Blättern wie eine Zapfenrose mehr, weniger eingeschlossen, oder auch vom Holzkörper selbst in besonderer eigenthümlicher Form überwachsen. Ferner an den Zweigen einfach aus einer Spaltritze hervorgedrängt, oder wie an *Quercus cerris* von einer korkigen unregelmässigen Knolle überwachsen, die bis zu 20 dicht an einander gedrängt den Zweig umgeben. Von gleicher Bildung ist die bekannte Knopper, deren Korkmasse die grösstentheils freistehende Larvenkammer überwächst.

Den Übergang zur nächsten Reihe bildet die ein-, zwei- oder dreikammerige Bedeguare der Eiche, deren Innengalle wenn auch öfter mit den dornigen Ranken scheinbar verwachsen, sich doch meist unverletzt auslösen lässt, was bei den vollkommen verwachsenen nie der Fall ist.

Digitized by Google

In diese Reihe von Gallen nun wo die Larvenkammer nicht frei, sondern mit dem sie in grösserer oder geringerer Ausdehnung umschliessenden Gewebe dicht verwachsen ist, gehören die Saftgallen an Eichenblättern, die allgemein bekannten zur Dinte verwendeten Galläpfel, mehrere mit korkigen Überzügen von oft sehr merkwürdiger Form schön gezierte Auswüchse in den Achseln der Knospen und Zweige, die linsen- und schirmförmigen Gallen der Eichenblätter mit Ausschluss der äusserlich ähnlichen Schlauchgalle der Zerreiche.

Endlich beschränkt sich die holzige Verdickung des Zellgewebes nicht nur auf wenige innere Lagen zur Bildung einer besonderen Kammer, sondern beinahe die ganze Galle ist von harter, holziger Structur. Ich kenne sie bis jetzt nur an Zweigspitzen der Eichen, wo sie entweder eine mehr ausgeprägte Kugel-, oder längliche Galle bildet, oder eine mit Blattknospen besetzte Anschwellung der Astenden. Mit höchst seltener Ausnahme gehören alle echten Cynipiden hierher, und deren sämmtliche Erzeuger in die erst neuerlich unterschiedenen Gattungen dieser Familie. Sie bleiben ohne Ausnahme bis zur letzten Verwandlung in der geschlossenen Kammer, und nagt sich erst das flugbare Insect eine Öffnung, um ins Freie zu gelangen. Sie sind so sehr an die festgeschlossene Zelle gebunden, dass die Öffnung dieser vor der vollen Ausbildung immer das Verderben des Thieres nach sich zieht, während die der früheren Abtheilungen entweder nur sehr wenig empfindlich in diesem Falle sind, oder eine solche Störung, wenn sie nicht überhaupt schon von selbst die Galle verlassen, ihnen auch gar nicht nachtheilig wird.

Diese Gruppe dürfte auch die erste sein, wo es wirklich möglich wird, das gesellige Zusammenleben zur ferneren Untertheilung einiger gleichartigen Gebilde zu benützen, da ihnen ein prägnanterer Charakter zu Grunde liegt; doch werden hier die Bedeguare der Rose sowohl, wie die mit Drüsenstielen besetzten Gallen der Eiche als physiologisch gleichwerthig eben so gut zusammenfallen, wie jene ohne aller solcher wuchernden äusseren Anhänge, während in diesem Sinne die Bedeguare der Eiche eine entferntere Stelle erhalten musste.

Zum Schlusse erübrigt noch eine merkwürdige nur sehr gering vertretene Gruppe von Gallen, die vielleicht in fremden Weltgegenden, von wo uns so viel wie nichts bekannt ist, ihren grössten Reichthum besitzt, nämlich gegliederte Gallen, Gelenkgallen, Deckel-

Digitized by Google

gallen. Es sind so wenige, dass ich sie trotz ihrer totalen Verschiedenheit vor der Hand unter dem Collectiv-Charakter dieser Trennung eines Gesammtgebildes in verschiedenartige Theile wohl beisammen belassen kann, um so mehr, da die sämmtlichen mir bekannten von Cecidomyien-Larven bewohnt sind.

Bemerkenswerth ist, dass sie die beiden vorhergehenden grossen Abtheilungen wiederholen, indem sowohl die Pflanzenoberfläche zur Larvenkammer sich umbildet, als selbstständige Gallen sich bilden.

Diese zwei entschiedensten darunter vorkommenden Gegensätze unter den wenigen bekannten will ich hier bezeichnen. Bei der einen auf niedererer Stufe stehenden ist die Galle blos eine Aussackung der Blattfläche, worin sich die Larve befindet, und ist deren Höhlung mit einem rings eingelenkten Deckel geschlossen, der sich namentlich bei der Reife leicht absprengen lässt. Sie ist auf *Quercus cerris* zu finden, und bisher wohl immer mit der ähnlichen, doch ganz verschiedenen Schlauchgalle desselben Baumes verwechselt, oder mit der noch weit mehr verschiedenen Linsengalle von *Neuroterus* zusammengeworfen worden, während alle drei in ihrer Bildung und Bedeutung vollkommen getrennt stehen. Die andere Form ist eine in sich abgeschlossene Galle, die sich bei ihrer Reife vom Blatte trennt und ausfällt. Sie besitzen einen Deckel, der sich von selbst löst, um das enthaltende Insect frei zu lassen.

Die Übersicht der Hauptabtheilungen, in welche nach den festgestellten Gesichtspunkten sämmtliche wirkliche Gallenbildungen eingeordnet werden können, ist somit folgende:

I. Umhüllende Gallen.
   *A.* Durch die Oberfläche der Pflanzentheile.
   *B.* Im Innern des Pflanzengewebes.
II. Einschliessende Gallen.
   *A.* Mit nicht begrenzter Kammer.
   *B.* Mit verdichter Kammer.
III. Gegliederte Gallen.
   *A.* Unvollkommene.
   *B.* Vollkommene.

Der vorgesetzte Raum verbietet mir eine weitere Ausführlichkeit, aber die ferneren Gruppen in diesem Schema, mögen sie nun nach Formähnlichkeit, mögen sie nach anatomischen Verhältnissen

Digitized by Google

berücksichtigt werden, sie können nimmermehr Fremdartiges vermengen, und können nach Maassgabe ihrer vorherrschenden Wichtigkeit oder anwendbaren Brauchbarkeit einer solchen weiteren Untertheilung zu Grunde gelegt werden.

---

## Übersicht der angezogenen Schriften.

Th. Hartig. Über die Familie der Gallwespen. Germar. entomol. Zeitschrift, 2. Bd., I. Hft., pag. 176, 1840.

— Erster Nachtrag zur Naturgesch. d. Gallwespen. Germar. ent. Zeitschrift, 3. Bd., pag. 322, 1841.

— Zweiter Nachtrag zur Naturgeschichte der Gallwespen. Germar. ent. Zeitschrift, 4. Bd., pag. 395, 1843.

J. J. Bremi, Beiträge zu einer Monographie der Gallmücken. Neue Denkschriften der Schweizer Gesellschaft für Naturwissenschaft. 9. Bd., 1847.

Th. C. Ratzeburg, Abbildung und Beschreibung der Forstinsecten. 3. Bd., 1839—1844.

H. Löw. Dipterologische Beiträge. 4. Theil. Posen 1850.

J. Winnertz. Beitrag zu einer Monographie der Gallmücken: Linnaea entomol. 8. Bd., pag. 154, 1853.

A. R. v. Kalchberg. Über die Natur, Entwickelungs- und Eintheilungsweise der Pflanzenauswüchse. Inaug. dissert. Wien 1828.

A. Hammerschmidt: Eintheilung der Pflanzenauswüchse in dessen landwirthschaftl. Zeitschrift.

M. Chapuis et M. Candeze. Catalogue des larves des Colloptères. Mémoires de la Soc. r. des sciences de Liège. 8. Bd., pag. 343.

M. Lacaze-Duthiers, Recherches pour servir à l'hist. des galles: Annales des sciences naturelles 3. S. Botanique. T. 19, Paris 1843, pag. 273.

C. Czech: Über den Ursprung der Gallen an Pflanzentheilen. Entom. Zeitung von Stettin. 15. J. 1854, Nr. 11, pag. 334.

---

Digitized by Google

# Vorträge.

## *Nachweis von Chylus im Innern der Peyer'schen Drüsen.*

Von dem w. M., Prof. Ernst Brücke.

Am ersten Februar erhielt ich von dem Studierenden der Medicin, Herrn Franz Löw, vier junge, noch blinde Exemplare von *Mus decumanus*. Sie waren hart gefroren, und konnten desshalb eines nach dem andern mit Musse auf den Zustand und das Verhalten ihrer Chylusgefässe untersucht werden. Die interstitiellen Chylusablagerungen in der Schleimhaut waren zwar nicht so massenhaft, wie ich sie schon früher an Schweinen und Mäusen gesehen hatte, aber hinreichend deutlich, um Jedermann von ihrer Existenz zu überzeugen. Ich kann desshalb denjenigen, die bis jetzt vergebens nach der Gelegenheit gesucht haben, sich solche zur Anschauung zu bringen, junge Ratten zu diesem Zwecke immerhin empfehlen. Diese interstitiellen Ablagerungen waren am reichlichsten in der Gegend vollständig angefüllter Zotten, und der Chylus in diesen setzte sich dann unmittelbar und ohne Unterbrechung in den zwischen den Lieberkühn'schen Krypten befindlichen fort, wie ich dies schon früher von anderen Thieren beschrieben habe [1]). Die kleinsten Chylusgefässe hatten 1—1½ Centimillimeter innern Durchmesser, und zeigten schon nach den ersten Zusammensetzungen und an Ästen von 1½—2 Centimillimeter innerem Durchmesser Einschnürungen, wie sie von Klappen herzurühren pflegen, was mir desshalb auffallend war, weil ich bei meinen früheren Untersuchungen dergleichen Spuren von Klappen an den tiefen Chylusgefässen von erwachsenen Hausmäusen, mit denen man doch eine nahe Übereinstimmung erwarten sollte, gänzlich vermisst hatte. Viel interessanter aber war mir das Verhalten der zu kleinen Plaques von vier bis sieben Elementen vereinigten Peyer'schen Drüsen. Die meisten, ja fast alle diese Elemente zeigten im durchfallenden

[1]) Über die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus. Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Bd. VI. In besonderen Abdrücken in Commission bei Braumüller, Hofbuchhändler in Wien.

Digitized by Google

Lichte, nachdem der Darm durchsichtig gemacht war, einen bräunlichen, in der Mitte dunkleren, nach den Seiten zu helleren Fleck. Dieser Fleck, der im auffallenden Lichte weiss erschien, erwies sich unter dem zusammengesetzten Mikroskope als aus feinen, in das Innere des Drüsenelements eingelagerten Kügelchen bestehend, die im Centrum, wo die Zellen- und Kytoblastenmasse am lockersten ist, am dichtesten gesäet waren. Sie glichen durchaus denen, welche in den Zotten und zwischen den Krypten abgelagert waren, verhielten sich diesen gleich bei Behandlung des Darms mit Eiweisslösung, mit Glycerin und Natron, und liessen sich aus den mit Eiweisslösung durchsichtig gemachten Präparaten eben so vollständig durch Äther extrahiren. An einzelnen Stellen standen diese Flecke mit dem Inhalte benachbarter Zotten durch dünnergesäete Körnerstreifen in ununterbrochener Verbindung; diese Streifen waren aber keinesweges scharf begrenzt, als ob sie von Wandungen umschlossen wären, ihre Umrisse waren im Gegentheil unbestimmt wie die der Flecke selbst; nur da, wo sie zwischen zwei Krypten hindurchgingen, bildete natürlich der Hohlraum oder, genauer gesprochen, die *Membrana propria* derselben einen schärferen Umriss. Alle diese Umstände konnten keinen Zweifel darüber lassen, dass die Flecke in den Drüsenelementen vom Fett des Chylus herrührten, der, wie er sich in die ganze Schleimhaut infiltrirt, durch die interstitiellen Geweberäume auch seinen Weg in das Innere der Drüsenelemente findet.

Schliesslich noch eine Bemerkung über die Präparation. Als ich die Thierchen erhielt, war ich nicht im Besitze der Eiweisslösung, deren Bereitung und Anwendung ich in meiner Abhandlung über die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus, auf Seite 17 und 18 beschrieben habe. Ich machte desshalb den Darm des ersten Thieres, das ich untersuchte, mit Glycerin durchsichtig, dem sehr wenig Natronlösung zugesetzt war. Obgleich dies einigermassen gelang, so kann ich es doch nur als Nothbehelf empfehlen, denn es macht den Darm nicht so durchsichtig wie die Eiweisslösung und die Präparate gehen noch rascher zu Grunde. Schon nach wenigen Stunden sind sie vollständig unbrauchbar, während die mit Eiweisslösung zubereiteten sich doch mehrere Tage lang erhalten lassen. Ich würde demjenigen sehr dankbar sein, der mich mit einer Methode, mikroskopische Chylusgefässe dauernd zu conserviren, bekannt machen wollte. Schon glaubte ich, es sei eine solche Methode gefunden

Digitized by Google

worden, als ich hörte, dass Dr. Zenker auf der Naturforscher-Versammlung in Göttingen Präparate von mikroskopischen Chylusgefässen vorgezeigt habe; meine Hoffnungen sind aber durch die Abbildung, welche Dr. Funke von diesen Präparaten gegeben hat [1]), wieder zerstört worden. Diese Abbildungen zeigen nämlich nichts, was Chylusgefässen ähnlich sieht, wohl aber geben sie den Anblick getreulich wieder, den die Blutgefässe der Darmschleimhaut darbieten, wenn sie diejenige Leichenveränderung erlitten haben, welche ich im 12. Bande dieser Sitzungsberichte (Aprilheft von 1854) Seite 682 ff. beschrieb und über welche Virchow, wie ich aus einer neuerlichen Mittheilung [2]) desselben ersehe, bereits am 21. Mai 1853 einen Vortrag in der physiologisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg [3]) hielt. Ich habe sie seither noch mehrmals an Maulwürfen gefunden, in welchen die gelblichweisse Körnermasse nicht nur in den Venen und Capillaren, sondern auch, obgleich in geringerer Menge, in den Arterien des Darmcanals zu finden war, und sich ein gutes Stück in das Mesenterium hinauf erstreckte. Diese Thiere scheinen mir desshalb eine günstige Gelegenheit zu bieten, um sich mit dem betreffenden Objecte bekannt zu machen, was gewiss für jeden, der sich mit der mikroskopischen Anatomie der Chylusgefässe beschäftigen will, von Nutzen sein wird.

---

[1]) Beiträge zur Physiologie der Verdauung. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie von Siebold und Kölliker, Bd. VI, S. 307.

[2]) Offenes Schreiben an Herrn Geheimrath Schönlein, Würzburg den 18. Jänner 1855. Abgedruckt in Göschen's deutscher Klinik.

[3]) Verhandlungen, Bd. IV, S. 350.

Digitized by Google

## *Über eine merkwürdige Krystallbildung am Salmiak.*

Von J. Grailich.

Bekanntlich ist der Salmiak wegen der federartigen Bildungen, welche in einer einigermassen concentrirten Lösung sehr rasch anschiessen und an die Schneekrystalle erinnern, längst der Gegenstand aufmerksamer Beobachtungen gewesen. Schon in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wird desselben durch Ledermüller[1]) erwähnt; genauere Angaben theilten Monge[2]), Mohs[3]) und Haüy[4]) mit. Aber erst Marx[5]) entdeckte das Gesetz, nach dem diese Bildungen anschiessen, indem er nachwies, dass dieselben durch die Verlängerung einer der drei pyramidalen Axen entstehen, so dass der tessulare Charakter nur für die Grundgestalt und die Kanten erhalten wird, der Charakter der Zwillingsbildung und Flächenverbreitung aber vollständig pyramidal erscheint. Auch machte er bereits aufmerksam, dass Fälle vorkommen, in welchen durch die Verlängerung einer rhomboedrischen Axe Gestalten entstehen, welche scheinbar die Combination $R(P+n)^m R+\infty$ darstellen. Er machte Versuche über den Einfluss, welchen fremdartige in einer Salmiaklösung befindliche Beimengungen auf die Krystallgestalt ausüben, und fand unter anderm, dass die Gegenwart von Eisenchlorür die Entstehung rubinrother Salmiakwürfel veranlasst; übrigens hat schon viel früher Berzelius[6]) bemerkt, dass Salmiak durch den Einfluss des Harnstoffes aus seiner Lösung in Würfeln krystallisirt.

Herr Dr. Nöllner in Hamburg erhielt vor mehreren Jahren aus den in der dortigen Leuchtgas-Fabrik zur Bereitung von Salmiak verwendeten ammoniakalischen Flüssigkeiten ganz eigenthümlich gebildete Krystalle dieses Körpers, welche Naumann[7]) krystallographisch untersuchte, wobei er zu dem höchst merkwürdigen

---

[1]) Mikroskopische Gemüths- und Augenergötzung. Nürnberg 1760, 1, 47.
[2]) Ann. d. Ph. Ch. V, 1.
[3]) Grundriss. II, 50.
[4]) Lehrbuch der Mineralogie. II, 433.
[5]) Schweigger's Journal. 1828, 299, 54.
[6]) Dasselbe. XI, 207.
[7]) Erdmann's Journal f. pr. Ch. L, 11.

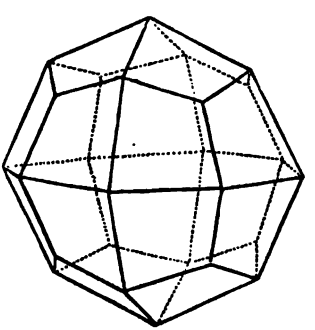
Digitized by Google

Resultate gelangte, dass dieselben tessulare Abmessungen besitzen, dass aber gewisse Flächen ausgeblieben sind und zwar nach einem bisher nur am pyramidalen Systeme bekannten Gesetze. Wöhler, welcher schon früher bei der Zersetzung von euchromsaurem Ammoniak durch Salzsäure Salmiak-Krystalle eigenthümlicher Bildung erhalten hatte[1]), fand sich durch Naumann's interessante Resultate an den Nöllner'schen Krystallen veranlasst, ihm die seinen zu überschicken, und Naumann[2]) fand, dass sich an ihnen in ähnlicher Weise wie an jenen die Eigenschaft des Salmiaks zeige, seine Formen nur als Partialformen zur Entwickelung zu bringen, nur dass bei den Wöhler'schen Krystallen die Symmetrie durch eine rhomboedrische Axe beherrscht wird.

Hieran reiht sich nun die Beobachtung, welche ich im Folgenden in Kürze mittheile:

In der hiesigen chemischen Producten-Fabrik des Herrn Seybel wird ebenfalls aus den ammoniakalischen Gaswässern Salmiak gewonnen. Aus der sauren Flüssigkeit schiessen Krystalle an, welche Herrn Professor Schrötter wegen ihrer abnormen, allen bisher beobachteten unähnlichen Gestalten auffielen, wesshalb er so gütig war, mir dieselben zur genaueren krystallographischen Bestimmung zu übermitteln.

Die am Salmiak beobachteten einfachen Gestalten sind das Oktaeder, der Würfel, das einkantige Tetragonal-Ikositetraeder, vier zweikantige Trigonal-Ikositetraeder ($_2O_2$, $_2O_3$, $_4O_4$, $^5/_2O^5/_2$ Naum.) und ein hexaedrisches Trigonal-Ikositetraeder ($\infty O_3$ Naum.).



Gewöhnlich ist das erste der erwähnten zweikantigen Trigonal-Ikositetraeder Träger der Combinationen; häufig aber werden Verziehungen bemerkt, die mit einer so ausgezeichneten Regelmässigkeit die Gestalten einaxiger Krystalle nachahmen, dass es nur aus den Messungen möglich war den Zusammenhang mit der Symmetrie des Würfels nachzuweisen.

[1]) Ann. d. Chemie u. Pharmacie LXX, 231.
[2]) Erdmann's Journal f. pr. Ch. L, 310.



Digitized by Google

Auch die vorliegenden Krystalle zeigen diese, fast sollte man sagen normale Abnormität; nur in einer anderen Weise als bisher beobachtet wurde: sie ergänzen gleichsam das merkwürdige System der Verziehungen, in welchem sich diese Krystalle gefallen.

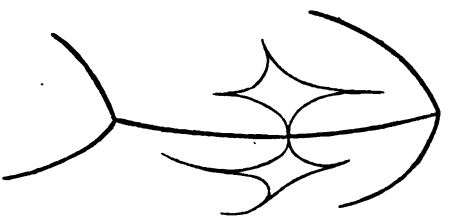
Die bisher beschriebenen Verziehungen lassen sich in folgendes Schema zusammenstellen:

1. Eine rhomboedrische Axe vorherrschend. Da das zweikantige Tetragonal-Ikositetraeder in der rhomboedrischen Aufstellung die Combination eines Rhomboeders, einer sechsseitigen ungleichkantigen Pyramide und einer regelmässigen sechsseitigen Säule darstellen, so wird durch Verlängerung der Axe entweder eine sechsseitige Säule mit rhomboedrischer Begrenzung oder eine ungleichkantige sechsseitige Pyramide mit abgestumpften Basis- und Endecken entstehen; dabei kann aber die eine oder andere der in Combination befindlichen Gestalten ganz ausfallen, und es resultirt eine einfache Gestalt des rhomboedrischen Systemes. Dies Alles wird wirklich beobachtet. Tritt das hexaedrische Trigonal-Ikositetraeder selbst noch hinzu und verliert es in derselben Weise nach rhomboedrischer Symmetrie einige seiner Flächen, so entstehen gespitzte Rhomboeder mit oder ohne abgestumpften Endkanten.

2. Eine pyramidale Axe vorherrschend. In der pyramidalen Aufstellung repräsentirt das zweikantige Tetragonal-Ikositetraeder die Combination einer ungleichkantigen achtseitigen Pyramide mit einer gleichkantigen vierseitigen Pyramide. Die erste tritt häufig hemiedrisch auf, wodurch Trapezoeder entstehen. Naumann hat gefunden, dass bei diesen oft die Flächen, die zu einem Endpunkte der pyramidalen Axe gehören, Hälften sind einer anderen ungleichkantigen achtseitigen Pyramide als die zum andern Endpunkte gehörigen. Durch das Ausbleiben des einen oder des andern Flächensystemes entstehen auch hier scheinbar einfache Gestalten nach pyramidaler Symmetrie.

Unsere Krystalle kommen immer nur mit gekrümmten Flächen vor; diese erlangen dabei eine ziemliche Ausdehnung: einzelne Kanten werden bis 6 Linien lang. Die Oberfläche ist gewöhnlich glatt und glänzend, doch nicht so, dass man eine Messung mit dem Reflexions-Goniometer versuchen könnte. Die allgemeine Form ist die einer gedrückten elliptischen Linse, welche beiderseits abgestumpft ist; dabei findet sich durchaus kein nach allen Seiten hin ausgebildeter Krystall. Betrachtet man die vordere Kante genauer,

Digitized by Google



so findet man, dass dieselbe an allen Krystallen gebrochen ist; die nähere Untersuchung der gekrümmten Flächen zeigt eine Zeichnung, die wir angedeutet haben; die Seitenflächen, auch gekrümmt, besitzen nicht immer die vollkommene Glätte der breiten Flächen, da sie zuweilen einen drusigen Überzug tragen, der aus kleinen parallel gelagerten Krystallen besteht und den ich auf den breiten Flächen niemals beobachtet habe; doch finden sich Krystalle, welche eine vollendete Krümmung bei unversehrter Oberfläche zeigen, und dann nimmt man zuweilen die Andeutung einer Kante wahr, welche quer über die Fläche setzt. Die Zeichnung der breiten Flächen stellt, wie man sieht, eine vierseitige sehr stumpfe Pyramide von rhombischer Basis dar, welche am Grunde schief abgeschnitten ist; sie wird durch eine Facette abgestumpft, welche immer von rhombischer Gestalt ist. Der Winkel, den die beiden rhombischen Facetten an der oberen und unteren Fläche einschliessen, ist, mit dem Hand-Goniometer approximativ bestimmt, 70—75°.

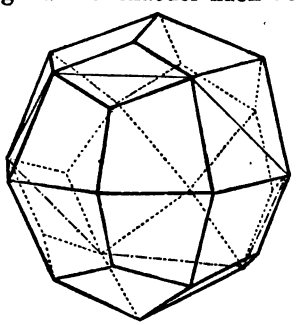
Dies ist Alles was constant wahrgenommen wird; es reicht aber bei dem als bekannt vorausgesetzten tessularen Charakter des Salmiaks vollkommen hin, die Combination zu erklären.

Auf den ersten Anblick wäre man geneigt, die Krystalle für Hälften des oktaedrischen Trigonal-Ikositetraeders (Deltoeder) zu halten; aber abgesehen davon, dass nirgendwo an gut ausgebildeten messbaren Krystallen die holoedrische oder hemiedrische Gestalt gefunden worden ist, spricht auch noch die sehr gedrückte Form der Linsen und die rhombische Abstumpfung der breiten Flächen dagegen, welche eine vierseitige Pyramide andeutet, während bei den Deltoedern eine dreiseitige auf die Tetraederfläche aufgesetzt ist. — Ist aber die vorliegende Gestalt kein Deltoeder, so muss sie ein Zwilling sein wegen der gleichen Neigung der rhombischen Facetten gegen die Kante *AB* und der schiefen Lage der stumpfen Pyramiden gegen die Basis. Im Tessularsysteme sind bisher nur Zwillingsbildungen nach der Fläche des Oktaeders beobachtet worden; ein gekrümmter Krystall ist gewiss nicht das Object, an welchem eine Abweichung

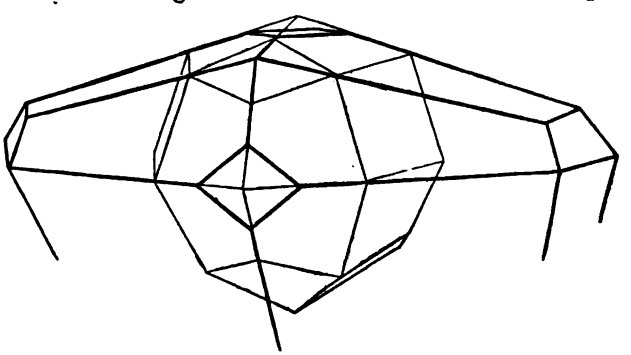


Digitized by Google

von diesem wie es scheint in der Natur der Tessularsymmetrie begründeten Gesetze zu suchen ist. Ist die Oktaederfläche die Zwillingsebene, so kann sie nur die Flächen eines zweikantigen Tetragonal-Ikositetraeders, welche Gestalt eben die herrschende am Salmiak ist, in der Weise schneiden, dass schief aufgesetzte vierseitige Pyramiden entstehen; diese werden durch die prismatischen Ecken des Krystalles gebildet und eine Abstumpfung derselben gehört zu einem Rhombendodekaeder und muss selbst rhombisch gestaltet sein. Das Rhombendodekaeder aber gehört, wie erwähnt, zum Krystallsysteme des Salmiaks und die Abstumpfungen der schief aufgesetzten Pyramiden sind in der That rhombenförmig. Folglich ist der vorliegende Krystall, vorausgesetzt, dass er dem Tessularsysteme wirklich angehört, wogegen nichts spricht, ein Zwilling einer Combination des zweikantigen Tetragonal-Ikositetraeders mit dem einkantigen Tetragonal-Dodekaeder nach der Oktaederfläche.



Das merkwürdige ist aber, dass der Zwilling nicht ringsum ausgebildet, ja dass sein tessularer Charakter durch das Verschwinden mehrerer Flächen nach der Symmetrie des orthotypen Systemes gänzlich verwischt ist. Sehr zu bedauern ist, dass sich keine rundum ausgebildeten Krystalle bis jetzt gefunden, da wir auf keine Weise berechtigt sind, den Krystall nach irgend einem Gesetze zu ergänzen. Das merkwürdige Vorkommen von zweierlei Trapezoedern



an einer scheinbar einfachen Gestalt muss vor allen bestimmten Aussagen bezüglich der zweiten Hälfte des Krystalles warnen.

Digitized by Google

Wir haben demgemäss in der Zeichnung auch nur so viel mitgetheilt, als sich wirklich beobachten liess.

Bezeichnet man eine Oktaederfläche durch

$$x + y + z = 1,$$

so ist die Dodekaederfläche

$$x + y = 1.$$

Beide schliessen somit den Winkel $\theta$ ein, der gegeben ist durch

$$\cos\theta = \frac{2}{\sqrt{2}\,\sqrt{6}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

Bei der Drehung der einen Hälfte des Krystalles um 180° würden die ursprünglich parallelen Dodekaederflächen den Winkel $2\theta$ einschliessen; es ist somit

$$\cos 2\theta = \cos\theta^2 - \sin\theta^2 = \frac{1}{3}$$
$$2\theta = 70°\ 31'\ 44''.$$

Man sieht, dass dies mit der Messung, soweit die Krümmung der Flächen dies zulässt, hinreichend übereinstimmt.

Da das zweikantige Tetragonal-Ikositetraeder in der prismatischen Aufstellung die Combination eines stumpfen Orthotypes mit zwei spitzeren Orthotypen unähnlichen Querschnittes, davon das eine zur längeren, das andere zur kürzeren Diagonale gehört, darstellt, bei unserem Krystalle aber das stumpfe Orthotyp vorherrscht, so haben wir hier eine Verziehung der Combination durch Verkürzung einer prismatischen Axe.

Wären die beiden Facetten um einen rechten Winkel gegen einander geneigt und zeigten sie quadratische Umrisse, so hätten wir die längst beobachtete Combination des Würfels mit dem zweikantigen Tetragonal-Ikositetraeder vor uns; ob nicht die abweichende Neigung (die wir an allen uns zugekommenen Stücken innerhalb der Grenzen 70 und 75° gefunden) und die rhombische Gestalt blos auf Rechnung der Krümmung zu setzen sind? Jedenfalls gibt die vorliegende Beobachtung einen weiteren Beleg für die merkwürdige Freiheit, mit welcher der Salmiak seine Gestalten zur Entwickelung bringt.

Digitized by Google

## SITZUNG VOM 15. FEBRUAR 1855.

### Eingesendete Abhandlungen.

### *Über die Gastropoden und Acephalen der Hallstätter Schichten.*

Von Dr. Moriz Hörnes.

(Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.)

Es ist eine längst bekannte Thatsache, dass das ganze Gebirgssystem der Alpen in geologischer Beziehung einen von den übrigen sedimentären Ablagerungen Europa's verschiedenen Charakter zeigt. In den Alpen findet man keine Spur jener wunderbaren Regelmässigkeit der Ablagerungen, wie man sie z. B. an der Ostküste von England sieht, wo man an den senkrechten Abstürzen fast jede einzelne Schichte messen kann. Ein geistreicher Schriftsteller hat die Alpen hingegen mit einem Haufen Bausteine verglichen, die früher zu einer Mauer zusammengefügt waren und nun regellos umherliegen. Die Geologen haben nun die Aufgabe, die zusammengehörigen Stücke aufzufinden und endlich ein Bild des früheren Bestandes zu entwerfen. Kein Gebirge hat daher dem Geologen bei dessen Erforschung solche Hindernisse in den Weg gelegt und keines ist aber auch so vielfach gedeutet worden als eben die Alpen. Es gibt Glieder derselben, welche von der Grauwacke an durch alle Formationen bis in das Tertiäre versetzt wurden; ich erinnere hier nur an den sogenannten Wiener Sandstein (Flysch, Macigno u. s. w.). — Eine der mächtigsten Ablagerungen, der sogenannte „Alpenkalk", war früher vereint dem Jura zugewiesen, bis es sich durch genaue Studien der in demselben eingeschlossenen Versteinerungen herausstellte, dass derselbe in eine Reihe von Schichten zerfalle, die mit der Trias-Epoche beginnt und bis zur Kreide hinaufreicht.

Digitized by Google

Diese Verhältnisse veranlassten die Wiener Geologen, nach dem Vorgange der Schweizer Geologen, in den östlichen Alpen die einzelnen Kalkzüge, welche durch dieselben Versteinerungen charakterisirt werden, mit eigenen Namen zu belegen und so entstand der Name „Hallstätter Schichten" für eine Kalk-Zone welche sich bis jetzt am Sommerau- und Steinbergkogel bei Hallstatt am fossilienreichsten erwiesen hat, die übrigens von Hörnstein nordwestlich von Wiener-Neustadt beginnt und sich der ganzen Länge der Alpen von Ost nach West bis Tirol erstreckt.

Aus diesen sogenannten „Hallstätter Schichten" nun, sind bis jetzt ausser der schon von Schlotheim im Jahre 1820 beschriebenen *Avicula (Monotis) salinaria* Bronn ungefähr 70 Arten zum Theil riesiger Cephalopoden bekannt, welche Herr Bergrath von Hauer in einer Reihe von Abhandlungen beschrieben hat. An Gastropoden, Acephalen, Brachiopoden, Polyparien u. s. w. hatten dieselben nur wenig geliefert, trotz der unermüdeten Thätigkeit des Herrn Prof. Simony und der eifrigen Nachforschungen des Herrn Bergmeisters Ramsauer in Hallstatt, welche die Ausbeutung dieser Localitäten durch mehrere Jahre hindurch schwunghaft betrieben hatten. Herr von Hauer führt in seiner Abhandlung „Über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen" nur drei unbestimmte Arten von *Melania*, zwei Arten *Natica*, eine *Pleurotomaria*, eine *Opis*, eine *Lima* und zwei *Pectines* an, welche sich sämmtlich in den Sammlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt befinden, und welche mir von der Direction derselben zur näheren Bestimmung gütigst anvertraut wurden.

Herrn Hofrath Dr. Fischer in München gebührt das Verdienst an einem anderen Fundorte, nämlich am vorderen Sandling bei Aussee[1]), den grössten Theil der in der Abhandlung beschriebenen 19 Arten Gastropoden und 11 Arten Acephalen aufgefunden und aus dem harten Marmor zu Tage gefördert zu haben. Herr Hofrath Fischer hatte nicht nur die Güte mir sämmtliche Exemplare zur Bearbeitung zu übergeben, sondern theilte mir noch freundlichst einige Notizen über das Vorkommen dieser Fossilien am Sandling mit, aus welchen

[1]) Der Sandling bildet die Grenze zwischen Oberösterreich und Steiermark; der Fundort liegt am westlichen oder österreichischen Abfalle des Gebirges, nordwestlich von dem Pfarrorte St. Agatha unweit des Hallstätter Sees.

Digitized by Google

ich hervorhebe, dass an der Stelle wo die Gastropoden und Acephalen gefunden wurden, auch zahlreiche Ammoniten, namentlich *Am. Johannis Austriae* Klipst., *Am. tornatus* Bronn, *Am. respondens* Quenst., *Am. neojurensis* Quenst. und *Am. Jarbas* Münst. vorkommen.

Die ganze Ablagerung ist von mächtigen Bänken von *Avicula (Monotis) salinaria* Bronn bedeckt.

Die Versteinerungen kommen an dieser Localität so häufig vor, dass, nach Handstücken zu urtheilen, ganze Blöcke fast nur aus Cephalopoden, Gastropoden und Acephalen zusammengesetzt erscheinen. Dessen ungeachtet ist die Gewinnung ganzer Exemplare ungemein schwierig, da die Schale der Conchylien in Kalkspath umgewandelt ist, während das umgebende Gestein aus sehr dichtem rothen Kalk besteht. Bei jedem Hammerschlage springt die meist dünne Schale ab und es bleibt in vielen Fällen am Ende nur ein zur Bestimmung unbrauchbarer Steinkern zurück.

Wenn man nun, um sich ein Bild von dem Charakter dieser Fauna zu entwerfen, die einzelnen Geschlechter und Arten schärfer ins Auge fasst, so tritt die auffallende Erscheinung hervor, dass keine einzige Art mit ausser-alpinen Formen identificirt werden kann, obgleich mehrere grosse Verwandtschaft zu Formen zeigen, die für die paläozoischen und jurassischen Gebilden des übrigen Europa's bezeichnend sind. Zu demselben Resultate ist auch Herr von Hauer bei dem Studium der 70 Arten Cephalopoden gelangt. Wir haben es also hier mit einer exclusiv alpinen Fauna zu thun, wobei jedoch zu bemerken kömmt, dass gerade nur die Fauna dieser Kalk-Zone den besonderen Charakter an sich trägt, während sowohl in den tieferen als höheren Schichten Formen aufgefunden wurden, welche mit ausser-alpinen übereinstimmen, so z. B. fand Herr von Hauer in den Grauwackenschichten bei Dienten 5 Arten, die sich auf ausser-alpine zurückführen liessen, ebenso führt Herr Suess in seinen Arbeiten über die Kössener Schichten[1]) aus denselben die in den übrigen Liasgebilden Europa's so sehr verbreiteten Arten: *Spirifer rostratus, Sp. Münsteri, Terebratula cornuta* und *Rhynchonella obtusifrons* an.

---

[1]) Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften. VII. Band, 1854, 2. Abtheil. pag. 29.

Digitized by Google

Abgesehen von der Eigenthümlichkeit der Fauna muss hier noch die merkwürdige Thatsache besonders hervorgehoben werden, dass gerade die typischen Arten theils eine Ähnlichkeit mit paläozoischen, theils mit jurassischen Formen haben; so z. B. erinnert das Auftreten der Geschlechter *Holopella, Loxonema, Porcellia* an die ersten, während die Arten von *Phasianella, Turbo, Neritopsis, Pleurotomaria, Cirrus, Lima* einen jurassischen Typus an sich tragen.

Aus diesen Verhältnissen geht hervor, dass man sich vom paläontologischen Standpunkte aus gegenwärtig noch keinen Schluss auf die Gleichstellung dieser Schichten mit ausser-alpinen erlauben darf. Lagerungsverhältnisse jedoch haben in neuester Zeit dargethan, dass diese Kalke als Äquivalente der obersten Triasschichten des übrigen europäischen Schichtensystemes zu betrachten sein dürften.—Gleichzeitige Ablagerungen von localer Verschiedenheit sind die Muschelmarmore von Bleiberg, Hall und die Cassianer Schichten.

---

## *Über die Einwirkung von Licht- und Wärmewellen auf bewegliche Massentheilchen.*

Von **Karl Puschl,**
Capitular des Stiftes Seitenstetten.

In einem Aufsatze, dem die Ehre des Abdruckes in den Sitzungsberichten der kais. Akademie der Wissenschaften (s. Juniheft 1852) zu Theil wurde, habe ich aus dem Zustande eines transversal vibrirenden Mediums den Satz abgeleitet, dass Licht- oder Wärmewellen in der Richtung der Strahlen auf undurchdringliche Massentheilchen wie ziehende Kräfte wirken. Im Folgenden wird nun zuerst auch der Einfluss betrachtet, den eine Ätherwelle auf von ihr getroffene Massen transversal oder in der zugehörigen Vibrationsrichtung ausübt, und dann der Versuch gemacht, aus der erwähnten Longitudinal-Wirkung der Strahlen den Einfluss der Wärme als Molecular-Kraft zu erklären.

### I.

Eine frei bewegliche Masse sei an einen bestimmten Ort durch Kräfte in der Art gebunden, dass sie, aus demselben herausgeführt, mit einer ihrem Abstande von jenem Orte proportionalen Energie dahin zurückzukehren strebe. Es werde dieser Masse in ihrer Ruhelage eine gewisse Geschwindigkeit ertheilt und dieselbe sodann unter

Digitized by Google

der Wirksamkeit jener Kräfte sich selbst überlassen, so besteht für ihre Bewegung der Ausdruck: $\frac{md^2s}{dt^2} + hs = 0$, wo $m$ die bewegte Masse, $s$ ihre Verschiebung am Ende der Zeit $t$ und $h$ einen unveränderlichen Factor vorstellt. Man erhält daraus: $s = a \sin\left(b + t\sqrt{\frac{h}{m}}\right)$, wo $a$ und $b$ die Constanten der Integration sind; also geht das Bewegliche in gleichmässig fortdauernden Schwingungen, deren Periode $= 2\pi\sqrt{\frac{m}{h}}$ ist, um seine Ruhelage hin und her.

Man denke sich nun den Raum um die betrachtete Masse mit dem Äther erfüllt, der also die undurchdringliche Oberfläche derselben ringsum begrenze, so muss offenbar vermöge der dann zwischen beiden bestehenden Wechselwirkung jede Verschiebung der Masse zugleich eine Störung des Äthers, und umgekehrt jede im Äther erzeugte Verschiebung auch eine Störung der angenommenen Masse bewirken. Der Zustand von $m$ am Ende der Zeit $t$ hängt somit dann nicht blos von den in der vorhergehenden Gleichung erscheinenden Grössen, sondern auch von dem Zustande des um diese Masse verbreiteten Äthers ab. Um nun den Einfluss des letzteren auf die Bewegung der Masse, unter der Voraussetzung, dass alle Verschiebungen nur sehr klein seien, zu bestimmen, denken wir uns dieselbe von irgend einer im Äther erregten und darin fortschreitenden Störung — einem Strahle — getroffen, worin die Ätherтheilchen transversal und geradlinig schwingen; wir nehmen ferner an, dass die betrachtete Masse, verglichen mit der Masse einer Ätherportion von gleichem Volumen, sehr gross sei, und dass die linearen Dimensionen derselben gegen die Länge einer Ätherwelle verschwinden. So wie dann die Ätherтheilchen in der Umgebung von $m$, im Beginne der Störung durch den einfallenden Strahl, anfangen mit einer gewissen Geschwindigkeit in der Vibrationsrichtung fortzugehen, werden sie zugleich dieser Masse (wenn wir, um die Gedanken zu fixiren, dieselbe als ursprünglich ruhend annehmen) auf der Seite, gegen welche die Schwingung gerade vor sich geht, näher, und auf der entgegengesetzten Seite ferner rücken. Dadurch aber wird bezüglich der Anordnung des Äthers um $m$ ein Zustand herbeigeführt, welcher auf diese Masse wie eine in der Schwingungsrichtung der Ätherтheilchen forttreibende Kraft wirkt, deren Intensität jener sehr kleinen Dichtigkeitsänderung proportional ist, welche, durch die relative Verschiebung

Digitized by Google

der störenden Äthertheilchen und der gestörten Masse bedingt, an entgegengesetzten Seiten der letzteren stattfindet. Ist also $+\delta$ die Verdichtung des Äthers auf einer, und $-\delta$ die gleichzeitige Verdünnung auf der entgegengesetzten Seite der betrachteten Masse, so kann die daraus resultirende Wirkung auf letztere durch $2\delta\omega$ vorgestellt werden, wenn $\omega$ einen unveränderlichen Factor bedeutet, welcher von der Ausdehnung der undurchdringlichen Oberfläche der Masse und von der Beschaffenheit des Äthers abhängt. Den Werth von $\delta$ aber kann man als proportional dem Unterschiede der Geschwindigkeiten annehmen, womit die störenden Äthertheilchen und die gestörte Masse gleichzeitig in der Richtung der einfallenden Schwingung sich fortbewegen. Bedeutet also $\sigma$ die am Ende der Zeit $t$ stattfindende Verschiebung der ersteren, und $s$ die gleichzeitig in dieselbe Richtung fallende Verschiebung von $m$, so kann man die Grösse $2\delta$ der Differenz $\frac{d\sigma}{dt} - \frac{ds}{dt}$ proportional und daher die störende Kraft $= \omega\left(\frac{d\sigma}{dt} - \frac{ds}{dt}\right)$ setzen. Sobald aber die Masse $m$ um $s$ aus ihrer Ruhelage verschoben ist, wirkt auf dieselbe, unabhängig von der Ätherstörung, die vorhin angenommene Kraft $hs$; ihre Bewegung unter der gleichzeitigen Wirksamkeit beider Kräfte ist somit ausgedrückt durch die Gleichung:

$$\frac{m\,d^2s}{dt^2} + hs = \omega\left(\frac{d\sigma}{dt} - \frac{ds}{dt}\right). \tag{1}$$

Bedeutet $\alpha$ die Amplitude, $\varepsilon$ die Epoche und $T$ die Periode der störenden Vibrationen, so ist

$$\frac{d\sigma}{dt} = \frac{2\pi\alpha}{T}\cos\left(\varepsilon + \frac{2\pi t}{T}\right), \tag{2}$$

$$\frac{m\,d^2s}{dt^2} + \frac{\omega\,ds}{dt} + hs = \frac{2\pi\alpha\omega}{T}\cos\left(\varepsilon + \frac{2\pi t}{T}\right). \tag{3}$$

Diese lineare Differentialgleichung gibt integrirt:

$$s = e^{-\frac{\omega t}{2m}}\left(A_1\cos t\sqrt{\frac{h}{m} - \frac{\omega^2}{4m^2}} + A_2\sin t\sqrt{\frac{h}{m} - \frac{\omega^2}{4m^2}}\right), \tag{4}$$

wo $A_1$ und $A_2$ veränderliche Functionen der Zeit $t$ bedeuten, welche der Differentialgleichung Genüge leisten. Diese Bedingung wird erfüllt durch die Formeln:

Digitized by Google

$$A_1 = -\frac{2\pi\alpha\omega}{mT\sqrt{\frac{k}{m}-\frac{\omega^2}{4m^2}}}\int e^{\frac{\omega t}{2m}}\cos\left(\varepsilon+\frac{2\pi t}{T}\right)\sin t\sqrt{\frac{k}{m}-\frac{\omega^2}{4m^2}}\,dt+B_1$$

$$A_2 = +\frac{2\pi\alpha\omega}{mT\sqrt{\frac{k}{m}-\frac{\omega^2}{4m^2}}}\int e^{\frac{\omega t}{2m}}\cos\left(\varepsilon+\frac{2\pi t}{T}\right)\cos t\sqrt{\frac{k}{m}-\frac{\omega^2}{4m^2}}\,dt+B_2,$$

wo $B_1$ und $B_2$ Constanten sind. Substituirt man die hieraus nach Verrichtung der Integrationen für $A_1$ und $A_2$ erhaltenen Ausdrücke in die Gleichung (4), so wird

$$s = \frac{2\pi\alpha\omega}{mT\left(\frac{k}{m}-\frac{4\pi^2}{T^2}\right)^2+\frac{4\pi^2\omega^2}{mT}}\left[\left(\frac{k}{m}-\frac{4\pi^2}{T^2}\right)\cos\left(\varepsilon+\frac{2\pi t}{T}\right)+\frac{2\pi\omega}{mT}\sin\left(\varepsilon+\frac{2\pi t}{T}\right)\right]$$

$$+e^{-\frac{\omega t}{2m}}\left(B_1\cos t\sqrt{\frac{k}{m}-\frac{\omega^2}{4m^2}}+B_2\sin t\sqrt{\frac{k}{m}-\frac{\omega^2}{4m^2}}\right),$$

worin $\frac{k}{m}=\frac{4\pi^2}{P^2}$ ist, wenn $P$ die Periode bedeutet, in welcher $m$ unter der Wirksamkeit der Kraft $ks$ allein schwingen würde. Gibt man endlich dieser Gleichung die Form:

$$(5)\qquad s = A\sin\left(\zeta+\frac{2\pi t}{T}\right)+Be^{-\frac{\omega t}{2m}}\sin\left(\eta+\frac{2\pi t}{P}\sqrt{1-\frac{\omega^2P^2}{16\pi^2m^2}}\right),$$

so ist hierbei

$$A = \frac{\alpha}{\sqrt{1+\frac{4\pi^2m^2T^2}{\omega^2}\left(\frac{1}{P^2}-\frac{1}{T^2}\right)}} \quad \text{und} \quad \cos(\zeta-\varepsilon)=\frac{A}{\alpha},$$

während die Constanten $B$ und $\eta$ sich aus dem Bewegungszustande der Masse für einen bestimmten Werth der Zeit $t$ ergeben.

Aus der so eben entwickelten Gleichung (5) folgen Sätze über das Verhalten einer im Äther schwingenden Masse, welche für die Theorie der Licht- und Wärmeerscheinungen von Wichtigkeit sind.

Nehmen wir zuerst den Fall an, dass $m$ sich bewege, ohne dabei durch einfallende Strahlen gestört zu sein, so ist, weil dann $\alpha$ verschwindet, auch $A$ der Null gleich. Für diesen Fall ist also am Ende der Zeit $t$ die Amplitude der schwingenden Masse $= Be^{-\frac{\omega t}{2m}}$; sie nimmt in geometrischer Progression ab, wenn die Zeit in arithmetischer Progression wächst.

Digitized by Google

Bedeutet $c$ das Geschwindigkeits-Maximum, welches der Amplitude $Be^{-\frac{\omega}{2m}}$ entspricht, so besteht die Gleichung:

$$c = \frac{2\pi Be^{-\frac{\omega t}{2m}}}{P}\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2 P^2}{16\pi^2 m^2}\right)}.$$

Das halbe Product aus dem Quadrate dieser Geschwindigkeit und der Masse des Beweglichen werden wir künftig dessen lebendige Kraft oder Wärmemenge nennen. Bezeichnen wir dieselbe mit $w$, so haben wir demnach $w = \frac{1}{2}mc^2$. Die Verminderung von $w$, während $t$ in $t+dt$ übergeht, sei $dw$, so findet man aus dem vorhin angegebenen Werthe von $c$:

$$\frac{dw}{dt} = \frac{2\pi^2 \omega B^2 e^{-\frac{\omega t}{m}}}{P^2}\left(1 - \frac{\omega^2 P^2}{16\pi^2 m^2}\right),$$

woraus

$$dw = \frac{1}{2}\omega c^2 dt$$

folgt. Das Differentiale $dw$ ist der Wärmeverlust der schwingenden Masse in dem Zeittheilchen $dt$, während die Grösse $\frac{1}{2}\omega c^2 dt$ die in derselben Zeit an den Äther übergegangene lebendige Kraft bedeutet; diese Gleichung gibt also zu erkennen, dass die Summe der lebendigen Kräfte bei diesem Vorgange constant bleibt. Man kann den Quotienten $\frac{dw}{dt}$ die Geschwindigkeit der Wärmeabnahme der schwingenden Masse oder die Erkaltungsgeschwindigkeit derselben, und die Grösse $\frac{1}{2}\omega c^2$ deren Strahlungsintensität nennen.

Setzen wir nun den Fall, dass dieselbe Masse zu gleicher Zeit unter der Wirkung des vorhin angenommenen Strahles stehe, so ist die Bewegung derselben nach (5) das Resultat zweier Schwingungsweisen von ungleicher Periode. Der Ausdruck für die Verschiebung $s$ nähert sich dann aber, was auch immer der Anfangszustand des Beweglichen sein mag, ohne Ende der Formel: $A \sin\left(\zeta + \frac{2\pi t}{T}\right)$, wo $A$ und $\zeta$ die oben angegebenen Werthe haben. Man sieht also, dass die Bewegung der Masse zuletzt wohl der Periode nach zu keiner Zeit aber (ausgenommen wenn $P=T$ ist) in den übrigen Stücken mit der Bewegung der störenden Ätherthеilchen in Übereinstimmung kommt; denn wird auch das mit dem Wachsen der Zeit ohne Ende abnehmende Glied in dem Ausdrucke für $s$ endlich

Digitized by Google

verschwindend klein, so ist doch aus demselben Ausdrucke klar, dass die Oscillationen von $m$ dann immer noch nicht nur ihre eigene Amplitude behaupten, sondern auch in der Phasenzeit von den einfallenden Vibrationen verschieden sind. Der Werth von $A$, dem hierbei die Amplitude der schwingenden Masse ohne Ende näher kommt, ist im Allgemeinen eine Function der Beschaffenheit des Beweglichen, nämlich seiner Oberfläche und Masse, dann der Periode, worin dasselbe für sich zu schwingen geneigt ist, endlich auch der Periode des einfallenden Strahles. Es ergeben sich somit die folgenden Sätze: 1. Verschiedene Massen, so wie gleiche Massen, die von ungleichen Kräften beherrscht sind, werden von dem nämlichen Strahle ungleich stark afficirt; 2. Strahlen von verschiedener Brechbarkeit sind bei einerlei Intensität nicht in gleichem Grade eine bestimmte Masse zu afficiren geeignet.

Nehmen wir an, dass dieselbe Masse erst durch den einfallenden Strahl in Bewegung gesetzt wird, so folgt aus unserer Gleichung, dass die Amplitude ihrer mit dem Anfang der Störung beginnenden Schwingungen allmählich wächst, bis sie endlich, ihrem Grenzwerthe $A$ nahezu gleich geworden, beinahe constant bleibt. Das Bewegliche sei also für $t = 0$, womit die Störung beginne, in Ruhe, und setzen wir, um den einfachsten Fall zu betrachten, $P = T$ und $\varepsilon = 0$, so erhalten wir für die Verschiebung derselben am Ende der Zeit $t$ den Ausdruck:

$$s = \alpha\left[\sin\frac{2\pi t}{T} - \frac{e^{-\frac{\omega t}{2m}}}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2 T^2}{16\pi^2 m^2}\right)}}\sin\frac{2\pi t}{T}\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2 T^2}{16\pi^2 m^2}\right)}\right],$$

woraus sich ergibt, dass die Amplitude der Bahn des Beweglichen mit jeder Schwingung grösser wird, und in dem angenommenen Falle der Amplitude der erregenden Äthervibrationen zuletzt sehr nahe gleichkommt. Da mit der Amplitude zugleich das Maximum der Geschwindigkeit wächst, so folgt, dass die Masse mehr lebendige Kraft aus dem Äther empfängt als sie an denselben zurückgibt; es wird also eine gewisse Quantität lebendiger Kraft in ihr angesammelt. Ist aber einmal die Amplitude der schwingenden Masse ihrem Grenzwerthe sehr nahe gleich geworden, so bleibt die lebendige Kraft derselben nahezu unverändert, und zwischen Empfang und Abgabe lebendiger Kräfte findet Gleichgewicht Statt.

Digitized by Google

Eine ursprünglich ruhende, durch den einfallenden Strahl erst in Schwingung gesetzte Masse bewegt sich der Gleichung (5) zufolge, da die Constante $B$ jedenfalls von der Null verschieden ist, wenigstens anfänglich auf eine Weise, dass eine Übereinstimmung ihrer Hin- und Hergänge mit der Periode des störenden Strahles durchaus nicht stattfindet; denn erst wenn dieser hinreichend lange auf $m$ gewirkt hat, um das ohne Ende abnehmende Glied in dem Ausdrucke für $s$ als verschwindend betrachten zu können, ist bezüglich der Perioden die Übereinstimmung hergestellt. Sobald dann aber die Wirkung dieses Strahles wieder aufhört, hat man für die weitere Bewegung der nun sich selbst überlassenen Masse die Gleichung:

$$s = Be^{-\frac{\omega t}{2m}} \sin\left(\eta + \frac{2\pi t}{P}\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2 P^2}{16\pi^2 m^2}\right)}\right),$$

wo die Constanten $B$ und $\eta$ durch den Zustand der Masse im Momente des Aufhörens der Strahlenwirkung bestimmt sind. Sie schwingt also von da an mit abnehmender Amplitude in einer von dem ursprünglich erregenden Strahle ganz unabhängigen Periode. Die lebendige Kraft der nun von der schwingenden Masse dem Äther eingeprägten Vibrationen ist aber aus dem auf die Bewegung derselben vorher verbrauchten Antheile des ursprünglich erregenden Strahles hervorgegangen; folglich kann man sagen, dass dieser vorher absorbirte Strahlentheil nun, von neuem ausgestrahlt, mit veränderter Brechbarkeit auftritt.

Aus der Formel für den Endwerth $A$ der Amplitude einer unter der Wirkung eines einfachen Strahles schwingenden Masse ergibt sich, dass dieselbe ein Maximum wird, wenn $P = T$, d. h. wenn jene Masse für sich schon in der Periode der einfallenden Vibrationen zu schwingen geneigt ist. Man erhält in diesem Falle $A = \alpha$, und wenn die Maxima der Geschwindigkeiten der Masse und der Äthertheilchen beziehungsweise $c$ und $\gamma$ sind, auch $c = \gamma$; die Amplituden und die Geschwindigkeiten der beiderseitigen Vibrationen nähern sich also ohne Ende der Gleichheit. Die lebendige Kraft $= \frac{1}{2}mc^2$ der schwingenden Masse ist folglich ebenfalls für $P = T$ ein Maximum. Da nun dieselbe von der durch die einfallenden Vibrationen auf die Masse übertragenen Kraftsumme herstammt, so haben

Digitized by Google

wir den Satz: Unter Strahlen von allen Graden der Brechbarkeit absorbirt die betrachtete Masse am stärksten diejenigen, in deren Periode sie schon vermöge der sie beherrschenden Kräfte zu schwingen geneigt ist. Die lebendige Kraft oder die Wärmemenge von $m$, welche in diesem Falle fortwährend wächst, bis die Geschwindigkeit desselben jener der Äthertheilchen im erregenden Strahle gleichkommt, steht dann zur lebendigen Kraft eines solchen Äthertheilchens im Verhältniss der entsprechenden Massen; es ist daher klar, dass eine verhältnissmässig sehr lange Zeit erfordert wird, um die Wärmemenge von $m$ auf ihren grössten Werth zu bringen.

Suchen wir dagegen die lebendige Kraft, welche dieselbe Masse unter der Wirkung eines Strahles von anderer Brechbarkeit annimmt. In Betracht der Feinheit des Mediums, worin $m$ oscillirt, kann man annehmen, dass durch den Widerstand dieses Stoffes die Periode $P$ der unbehinderten Masse nur äusserst wenig verändert wird. In der Gleichung (5) muss dann die Grösse $\frac{\omega^2 P^2}{16\pi^2 m^2}$ gegen die Einheit sehr klein und folglich $\frac{4\pi^2 m^2}{\omega^2}$ gegen $\frac{P^2}{4}$ sehr gross sein; sind daher $\frac{1}{P}$ und $\frac{1}{T}$ sehr grosse Zahlen und nicht sehr nahe gleich, so ist auch der Nenner in dem Ausdrucke für $A^2$ eine sehr grosse Zahl, folglich $A^2$ sehr klein gegen $\alpha^2$. Da nun die Quadrate der grössten Geschwindigkeiten zu einander in demselben Verhältnisse stehen, so folgt, dass die Absorption lebendiger Kraft in dem angenommenen Falle gegen die für $P = T$ stattfindende sehr gering ist.

Die Formel für $A$ kann man, wenn nicht nahezu $P = T$ ist, ohne erheblichen Fehler auch schreiben:

$$A = \frac{\alpha\,\omega}{2\pi m T\left(\frac{1}{P^2} - \frac{1}{T^2}\right)}.$$

Ist nun die Periode des einfallenden Strahles sehr klein gegen $P$, so hat man nahezu $A = -\frac{\alpha\omega T}{2\pi m}$, und wenn $T$ sehr gross gegen $P$ ist, $A = \frac{\alpha\omega P^2}{2\pi m T}$.

Die Amplitude der Schwingungen, welche $m$ unter dem Einflusse des einfallenden Strahles vollbringt, ist der Amplitude des letzteren proportional. Daraus folgt, dass wenn zwei eine bewegliche Masse gleichzeitig treffende Strahlen interferiren, die derselben eingeprägte Bewegung und folglich die Quantität der absorbirten

Digitized by Google

lebendigen Kraft von dem Gangunterschiede der Strahlen abhängt. Die Grösse des absorbirten Strahlentheiles wird daher in gewissen Fällen als eine Function der Wellenlänge erscheinen. Wenn z. B. zwei von demselben Punkte herkommende Strahlen nach Zurücklegung ungleicher Wege in ganz oder nahe gleicher Richtung die Masse $m$ treffen, so wird ihre Wirkung auf dieselbe, folglich auch die daselbst eintretende Absorption, je nach dem obwaltenden Phasenunterschiede verschieden ausfallen und bei derselben Wegdifferenz für gewisse Wellenlängen ein Maximum, für andere ein Minimum sein.

Wir wollen nun annehmen, dass ein beliebiger Körper als ein System unermesslich vieler, sehr kleiner Massen (Molekeln) zu denken sei, welche, durch verhältnissmässig sehr grosse, mit Äther erfüllte Räume von einander getrennt, unter sich in wechselseitigen Beziehungen stehen und fortwährend durch den Äther gestört und diesen selbst wieder störend, vermöge wiederherstellender, den Verschiebungen proportionaler Kräfte beständig um mittlere Lagen oscilliren. Dies vorausgesetzt, lässt sich die oft erwähnte Masse $m$ als ein irgend einem Körper angehöriges Molekel betrachten und von den aus der Gleichung (5) abgeleiteten Sätzen eine Anwendung zur Erklärung des bezüglichen Verhaltens der Körper machen.

Die Molekeln eines homogenen Körpers, die wir alle unter einander gleich und von gleichen Bedingungen abhängig denken, erregen durch ihre Schwingungen, welche demzufolge sämmtlich von einerlei Periode sind, transversale Vibrationen des Äthers und senden daher einander fortwährend Strahlen zu. Es findet so zwischen den sämmtlichen Molekeln ein beständiger, durch den Äther vermittelter Austausch lebendiger Kräfte Statt, wobei dieselben wieder Strahlen von der nämlichen Periode empfangen, in der sie ohnehin vermöge der obwaltenden Kräfte schwingen; solche Strahlen aber werden so stark absorbirt, dass die Absorption jeder anderen Strahlenart dagegen nur gering ist. Dabei kann man offenbar als möglich annehmen, dass zwischen zwei Molekeln im Innern eines Körpers, deren Distanz gegen die zweier Nachbar-Molekeln ungemein gross aber doch noch unmessbar klein ist, eine unmittelbare gegenseitige Zustrahlung nicht mehr stattfindet, weil die von denselben ausgehenden Strahlen, bevor sie in solche Entfernung gelangen können, durch die dazwischen liegenden Molecular-Schichten bereits absorbirt



Digitized by Google

sind. Ein gegenseitiger Austausch lebendiger Kraft durch den Äther besteht dann zwar auch zwischen solchen Molekeln, aber nur ein mittelbarer, insoferne nämlich die von denselben ausgegangenen und von den Zwischen-Molekeln absorbirten Strahlen von diesen auch wieder ausgestrahlt und so durch fortgesetzte Wiederholung desselben Vorganges nach und nach in grössere Entfernungen fortgepflanzt werden. Bezeichnet man die so sich verbreitende Wärme als geleitete, so unterscheidet sich diese von der eigentlich sogenannten strahlenden Wärme nur durch die viel grössere Absorbirbarkeit der entsprechenden Ätherwellen.

Da nach der Gleichung (5) ein Körper-Molekel, welches für sich schon in der Periode der auf dasselbe einfallenden Strahlen schwingt, von diesen so lange mehr lebendige Kraft absorbirt als es ausstrahlt, bis es den störenden Ätherтheilchen an Geschwindigkeit gleichkommt, so ergibt sich mit Rücksicht auf das bestehende Massenverhältniss, dass im Falle des thermischen Gleichgewichtes zwischen Äther und Körpertheilchen die Summe der lebendigen Kräfte eines Körpers ungemein gross ist gegen die Kraftsumme des in demselben vorhandenen Äthers, und dass folglich eine blos durch Äthererregung zu bewirkende Vermehrung der lebendigen Kräfte eines Körpers eine verhältnissmässig sehr lange Zeit in Anspruch nimmt.

Hinsichtlich des Vermögens der Körper, einfallende Strahlen zu absorbiren, kann man nach dem Vorhergehenden im Allgemeinen den Satz aufstellen, dass der absorbirte Antheil, von den am stärksten brechbaren Strahlen angefangen, mit abnehmender Brechbarkeit wächst, bis er für jene Vibrationen, deren Periode mit der der Molecular-Vibrationen zusammenfällt, ein Maximum wird. Dieser Satz wird auch durch die Erfahrung bestätigt. Es betrug nämlich bei einem Versuche Powell's mit einer erhitzten Eisenkugel der eine Glasscheibe durchdringende Antheil der gesammten von ihr ausgesandten Wärme bei fortschreitender Abkühlung nach einander 20, 17, 14, 10 und 0 Procent.

Während jedoch die Absorbirbarkeit der Strahlen im Ganzen genommen diesem Gesetze folgt, müssen zugleich auch periodische Maxima und Minima vorkommen, so dass allerdings von zwei verschieden brechbaren Strahlen in besonderen Fällen auch der stärker brechbare stärker absorbirt werden kann. Denn gemäss unserer

Digitized by Google

Ansicht über die Constitution der Körper muss jedes Molekel im Innern derselben eine partielle Reflexion einfallender Strahlen veranlassen. Die so abgezweigten Strahlen können mit den direct einfallenden interferiren und deren Amplitude, je nach dem Gangunterschiede, welcher von der Molecular-Distanz abhängt, vergrössern oder verkleinern, also mit denselben in gleichem oder entgegengesetztem Sinne zur Erzeugung molecularer Schwingungen wirken; im ersten Falle wird, da die Amplituden der erzeugten Molecular-Vibrationen denen der erzeugenden Äther-Vibrationen proportional sind, ein grösserer, im andern Falle ein kleinerer Theil des einfallenden Strahles absorbirt. Da die Art dieses Vorganges bei einerlei Molecular-Distanz von der Wellenlänge abhängt, so muss in einem bestimmten Körper die Absorption gewisser Strahlen ein Maximum, die anderer ein Minimum sein, und wenn man die Wellenlänge des einfallenden Strahles stätig wachsen oder abnehmen lässt, müssen Maxima und Minima der Absorption regelmässig auf einander folgen. So betrachtet, unterliegt die v. Wrede'sche Erklärung der regelmässigen Aufeinanderfolge dunkler Streifen, wie sie besonders in Gasspectren vorkommt, nicht mehr dem Einwurfe, dass sie Strahlen durch Interferenz vernichten lässt; denn nach der eben gegebenen Darstellung verschwinden die betreffenden Strahlen nur in Folge von Absorption bei der Erregung molecularer Schwingungen, welche aber allerdings durch Interferenzen in verschiedenem Grade entweder befördert oder gehemmt wird.

## II.

Bewegt sich im Äther parallel zur Axe der $x$ eines rechtwinkeligen Coordinatensystemes eine ebene Welle fort, worin die Vibrationen geradlinig und parallel zur Ebene der $xy$ geschehen, so werden die Theilchen, welche im Zustande der Ruhe in einer zu jener Axe parallelen Linie lagen, während ihrer Theilnahme an der Bewegungs-Fortpflanzung in einer krummen Linie liegen, deren Gleichung

$$y = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (x + \gamma t)$$

ist, wo $a$ die Schwingungsweite, $\lambda$ die Wellenlänge, $\gamma$ die Fortflanzungsgeschwindigkeit und $t$ die Zeit bedeutet. Es sei $ds$ ein



Digitized by Google

unendlich kleines Stück dieser Linie, so hat man, mit Weglassung der unendlich kleinen Grössen von höherer Ordnung als $\frac{a^2}{\lambda^2}$,

$$\frac{ds}{dx} = 1 + \frac{2\pi^2 a^2}{\lambda^2} cos^2 \frac{2\pi}{\lambda}(x + \gamma t).$$

Im Verhältniss von $\frac{ds}{dx}$ ist das Element $dx$ einer von Äthertheilchen im Zustande der Ruhe gebildeten, der Axe der $x$ parallelen Geraden am Ende der Zeit $t$ länger und somit die Distanzen der betreffenden Äthertheilchen grösser geworden; es besteht daher in derselben Zeit in der Richtung des Elements $ds$ der erwähnten Curve die Ätherverdünnung

$$\frac{ds - dx}{dx} = \frac{2\pi^2 a^2}{\lambda^2} cos^2 \frac{2\pi}{\lambda}(x + \gamma t)$$

welche, da wir $\frac{a^2}{\lambda^2}$ als sehr klein betrachten, sehr nahe auch in der Projection von $ds$ auf die Richtung des Strahles herrscht.

Trifft nun der Strahl die undurchdringliche Oberfläche einer Masse, die wir uns verhältnissmässig sehr gross denken wollen, so muss er daselbst gleichfalls in seiner Richtung eine seiner Intensität proportionale Verdünnung des Äthers erzeugen, während dieser an der entgegengesetzten Seite der undurchdringlichen Masse nahezu ungestört bleibt; somit wirkt dann auf diese Masse, der Richtung des einfallenden Strahles entgegengesetzt, eine der einseitigen Ätherverdünnung proportionale Kraft, deren Intensität nach dem Obigen durch

$$p = \frac{a^2\omega}{\lambda^2} cos^2 \frac{2\pi}{\lambda}(x + \gamma t)$$

ausgedrückt wird, wenn $\omega$ einen unveränderlichen Factor bedeutet.

Während der Dauer $T$ einer Ätherschwingung wird so der getroffenen Masse, die wir mit $m$ bezeichnen, die Geschwindigkeit $\frac{1}{m}\int_0^T p\,dt$ ertheilt; die Wirkung des einfallenden Strahles kann man daher als äquivalent einer beständig wirkenden Kraft betrachten, deren Intensität

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T p\,dt$$

ist, woraus man

$$P = \frac{a^2\omega}{2\lambda^2}$$

erhält.

Digitized by Google

Sind die betrachteten Wellen Stücke sphärischer Wellen, deren Mittelpunkt in einer gegen die Dimensionen dieser Masse sehr grossen Distanz liegt, so ist, wenn $\alpha$ die Schwingungsweite in der Entfernung 1 vom Erregungsorte und $r$ die Entfernung der Masse von demselben bedeutet, $a = \frac{\alpha}{r}$, folglich die Intensität der auf $m$ wirkenden Kraft

$$P = \frac{a^2\omega}{2\lambda^2 r^2}.$$

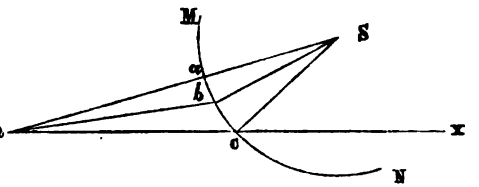
Strahlende Massentheilchen wirken daher auf einander mit Anziehungskräften, welche der Intensität der betreffenden Strahlen direct und dem Quadrate der Entfernung verkehrt proportional sind.

Eine von verschiedenen Punkten des Raumes aus bestrahlte Masse wird dem aufgestellten Satze gemäss nach der Richtung der Resultirenden aller wirkenden Strahlen gezogen. Auch ist klar, dass, wenn die Wirkungen verschiedener Strahlenquellen auf eine von denselben bestrahlte, frei bewegliche Masse sich gerade das Gleichgewicht halten, dieses sogleich gestört und daher jene Masse bewegt wird, sobald zwischen letztere und eine von den Strahlenquellen eine absorbirende Substanz tritt. Frei bewegliche Massentheilchen können demnach unter einander sowohl durch Zustrahlung als auch durch Abhaltung von Strahlen Veranlassung zu gegenseitigen Bewegungen geben.

Denken wir uns, um einen bestimmten Fall zu betrachten, den unendlichen Raum gleichmässig mit strahlenden Punkten erfüllt, deren Strahlen ungehindert nach allen Richtungen fortgepflanzt werden, so wird eine darin angenommene, ursprünglich ruhende Masse, welche unter der gemachten Voraussetzung von allen Seiten mit gleicher Intensität bestrahlt ist, unter diesen Einwirkungen nach keiner Seite in fortschreitende Bewegung gerathen; ist aber irgendwo im Raume noch eine Masse vorhanden, welche die sie treffenden Strahlen durch Absorption an weiterer Fortpflanzung hindert, so wird offenbar die erstere von der Seite der letzteren her nicht mehr mit der gleichen Intensität bestrahlt wie von der entgegengesetzten Seite, wo ein ähnlicher Vorgang nicht stattfindet; das Gleichgewicht der auf die zuerst erwähnte Masse wirkenden Kräfte ist somit aufgehoben und es ist klar, dass dieselbe, dem Impulse der intensiveren Bestrahlung folgend, von der anderen in der Richtung ihrer Distanz sich entfernen muss.

Digitized by Google

Die Intensität der Bestrahlung, welche irgend ein Punkt $p$ des Raumes von dem strahlenden Punkt $S$ empfängt, kann betrachtet werden als das Resultat der unendlich vielen Elementarstrahlen $ap, bp, cp$ u. s. w.,




welche aus den sämmtlichen Punkten der Wellenfläche $MN$ in dem Punkte $p$ zusammentreffen. Zerlegen wir den zu $MN$ gehörigen Strahl $Sc$ in seine Componenten nach zwei auf einander senkrechten Richtungen, wovon eine mit der Geraden $pcx$ zusammenfällt, so erzeugt die in diese Richtung fallende Componente den Elementarstrahl $cp$, während die andere Componente in dieser Richtung unwirksam ist. Bezeichnen wir die Intensität des Strahles $Sc$ für die Entfernung 1 von $S$ mit $i$ und den Winkel $Scx$ mit $\theta$, so ist $i\cos\theta$ die Intensität der in der Richtung $pcx$ fallenden Componente desselben, welche in dem Punkte $p$, wenn wir $Sc = R$ und $cp = r$ setzen, nach Zurücklegung des Weges $Scp = R + r$ mit der Intensität $\frac{i\cos\theta}{(r+R)^2}$ ankommt. Denkt man sich nun die Wellenfläche $MN$ zwischen den unendlich wenig von einander entfernten Punkten $b$ und $c$ unterbrochen durch eine absorbirende Masse, so hätten die Elementarstrahlen, welche dadurch der Bestrahlungsintensität von $p$ entzogen werden, bis dahin von $S$ aus einerlei Weg $= R + r$ zurückzulegen und würden somit, ihre Anzahl $= n$ gesetzt, mit der Gesammtintensität $\frac{ni\cos\theta}{(r+R)^2}$ daselbst eintreffen. Die Anzahl $n$ der absorbirten Strahlen ist der absorbirenden Oberfläche proportional, so lange diese in derselben Distanz von dem Wellenmittelpunkte bleibt; für verschiedene Distanzen aber ändert sich $n$ im Verhältnisse der Strahlendichtigkeit, also proportional der durch die absorbirende Masse gehenden kugelförmigen Wellenfläche; man kann daher $n = \frac{\omega}{R^2}$ setzen, wodurch der Ausdruck für den Betrag der dem Punkte $p$ entzogenen Bestrahlung $= \frac{\omega i\cos\theta}{R^2(r+R)^2}$ wird.

Es sei nun, indem wir uns den Raum gleichmässig mit strahlenden Punkten erfüllt denken, $S$ einer von den Punkten, welche auf der Oberfläche einer aus $c$ mit dem Radius $Sc = R$ beschriebenen Kugelfläche liegen, und $\eta$ die Neigung der Ebene des Winkels $\theta$ gegen eine

Digitized by Google

durch $px$ gelegte fixe Ebene, so lässt sich das Volumen eines an den Punkt $S$ grenzenden parallelepipedischen Raum-Elements durch $dv = R^2 \sin\theta\, dR d\theta\, d\eta$ und die Intensität der Bestrahlung, welche bei ungehinderter Fortpflanzung der sämmtlichen, von $dv$ ausgehenden Erregungen dem Punkte $p$ in der Richtung $cp$ zukommen müsste, durch $\frac{k i \cos\theta\, dv}{(r+R)^2}$ ausdrücken, wo $k$ eine Constante ist. Von dieser Bestrahlung geht aber nach dem Obigen wegen der Unterbrechung der Wellenfläche $MN$ durch die zwischen $b$ und $c$ angenommene Masse für den Punkt $p$ der Betrag $\frac{k\omega i \cos\theta\, dv}{R^2 (r+R)^2}$ verloren; folglich ist der mit Rücksicht auf die sämmtlichen strahlenden Punkte des Raumes für den Punkt $p$ resultirende Intensitätsverlust

$$P = k\omega i \int_0^{\infty} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{2\pi} \frac{\sin\theta \cos\theta\, dR\, d\theta\, dy}{(r+R)^2},$$

woraus $P = \frac{\pi k \omega i}{r}$ folgt.

Um diesen Betrag wird der Punkt $p$ von der Seite der absorbirenden Masse her weniger als von der entgegengesetzten Seite bestrahlt. Gehört daher dieser Punkt einer sehr kleinen undurchdringlichen Masse an, so ist $P$ gleich dem Unterschiede der Intensitäten, womit entgegengesetzte Seiten derselben bestrahlt werden; folglich ist dieselbe Grösse auch proportional der Kraft, womit jene Masse, der stärkeren Bestrahlung folgend, in der Richtung $cp$ fortbewegt und so scheinbar von $c$ abgestossen wird. Da Ähnliches zugleich von der diese Bewegung veranlassenden Masse bei $c$ gilt, wenn ihr ebenfalls durch die andere Strahlen entzogen werden, so haben wir den Satz: In einem gleichmässig mit strahlenden Punkten erfüllten Raume besteht zwischen absorbirenden Massentheilchen eine abstossende Kraft, welche ihrer Distanz umgekehrt proportional ist.

Wenn daher zwei in einem solchen Raume befindliche Massentheilchen einerseits die einfallenden Strahlen theilweise absorbiren, andererseits auch selbst wieder Strahlen aussenden, so müssen sie den bisher abgeleiteten Sätzen gemäss auf einander zwei in entgegengesetzter Richtung wirkende Kräfte äussern, deren Resultirenden ein Ausdruck von der Form $\frac{A}{r} - \frac{B}{r^2}$ entspricht, welcher, wenn

Digitized by Google

beide Theilchen sich in allen Stücken gleich verhalten, die Wirkung eines jeden derselben auf das andere vorstellt. Für die Distanz $r = \frac{B}{A}$ ergibt sich hieraus der Zustand eines labilen Gleichgewichts; in grösseren Distanzen findet Abstossung in kleinerer Anziehung Statt.

Mit Hilfe der bisher aufgestellten Sätze wollen wir nun im Folgenden versuchen, den Einfluss der Wärme auf den Zustand der Körper aus dem entsprechenden Bewegungszustande des zwischen den Körpermolekeln vorhandenen Äthers zu erklären. Wir betrachten nämlich einen Körper, der Wärme enthält, als ein System von Molekeln, welche unter der Wirkung von Kräften, von deren Ursprung wir vor der Hand absehen, Oscillationen um mittlere Lagen vollbringen, hierdurch das Gleichgewicht des zwischen ihnen gelagerten Äthers ohne Unterlass stören, und ihrerseits wieder beständig durch den vibrirenden Äther gestört sind. Jedes Molekel überträgt durch Erregung des Äthers auf die Theilchen desselben lebendige Kraft, wogegen ihm solche auch wieder von Seiten des schwingenden Äthers ertheilt wird. Indem so die Körper-Molekeln einerseits durch Strahlung (Äthererregung) fortgesetzt Wärme abgeben, andererseits durch Absorption (Erregtwerden) wieder Wärme empfangen, geht ununterbrochen zwischen denselben durch den Äther hindurch ein gegenseitiger Austausch lebendiger Kräfte vor sich, wobei, wenn der Wärmezustand des Körpers derselbe bleibt, der Empfang aus dem Äther und die Abgabe an diesen sich das Gleichgewicht halten. Hierbei kann übrigens zwischen den Körpermolekeln noch ein Austausch lebendiger Kräfte bestehen, welcher nicht durch den Äther vermittelt, sondern durch unmittelbar wirkende Kräfte unterhalten wird, d. h. ein solcher, der auch dann noch vor sich ginge, wenn der Äther gar nicht vorhanden wäre; für unseren Zweck genügt es jedoch, den ersteren allein in das Auge zu fassen.

Stellen wir uns zunächst ein System von unendlicher Ausdehnung vor, dessen sämmtliche Molekeln unter sich gleich seien und worin eine gleichmässige Vertheilung der vorhandenen Summe lebendiger Kräfte, ein thermisches Gleichgewicht herrsche. Es sei $m$ die Masse eines Molekels, $c$ das Maximum seiner Oscillationsgeschwindigkeit, $v$ seine Geschwindigkeit am Ende der Zeit, $t$ und $k$ die Energie der aus den wirkenden Kräften resultirenden Wiederherstellungs-

Digitized by Google

kraft, die wir proportional der Verschiebung setzen, so besteht die Gleichung:

$$v = c \cos\left(\varepsilon + t\sqrt{\frac{k}{m}}\right),$$

wo $\varepsilon$ von einem Molekel zum andern veränderlich und als fähig aller Werthe von 0 bis $2\pi$ zu betrachten ist. Für eine Partie des Systemes, welche die unermessliche Anzahl $n$ von Molekeln enthält, ergibt sich somit die Summe

$$S(mv^2) = \frac{mnc^2}{2\pi}\int_0^{2\pi} \cos^2\left(\varepsilon + t\sqrt{\frac{k}{m}}\right) d\varepsilon,$$

woraus $S(mv^2) = n.\frac{mc^2}{2}$ folgt. Enthält die erwähnte Partie die Einheit der Massen, so ist $mn = 1$ und $S(mv^2) = \frac{c^2}{2}$. Diese Summe kann man die Wärme der Masseneinheit und die Grösse $\frac{mc^2}{2}$ die Molecular-Wärme des Systemes nennen.

Bei dem Austausche lebendiger Kräfte, der unter Vermittelung des Äthers zwischen den Molekeln vor sich geht, ist der Bewegungszustand eines Äthertheilchens in irgend einem Augenblicke das Resultat der unendlich vielen Erregungen, welche von den schwingenden Molekeln dem Äther eingeprägt, auf dasselbe gleichzeitig übertragen werden. Die Bewegung eines betrachteten Äthertheilchens ist somit durch die Verbreitungsweise der von den Molekeln ausgehenden Wellen bedingt. In dieser Hinsicht nun ist aus dem Obigen klar, dass jeder Welle durch die auf ihrem Wege getroffenen Molekeln Verluste an lebendiger Kraft erwachsen, da jedes Molekel, was es an lebendiger Kraft auf die von ihm erregten Äthertheilchen überträgt, durch Absorption einfallender Ätherschwingungen wieder erlangen muss. Fassen wir demnach irgend eines der wellenerregenden Molekeln ins Auge und betrachten wir dasselbe als Mittelpunkt unendlich vieler concentrischer Molecular-Schichten, welche Kugelschalen von der Dicke der Molecular-Distanz bilden; bezeichnen wir ferner die letztere mit $\rho$, und mit $\varkappa$ eine Grösse, die wir den Absorptions-Coëfficienten des betrachteten Systemes nennen, so können wir die Quantität der lebendigen Kraft, welche irgend eine von demselben ausgegangene Welle, die als eine sphärische gelten kann, in der Molecular-Schichte deren Radius $r$ ist verliert, durch die Formel $\frac{4\pi\varkappa r^2 i}{\rho^3}$ ausdrücken, wo $i$ die Strahlenintensität in der betreffenden Wellenfläche, $\frac{4\pi r^2}{\rho^3}$ die Anzahl

Digitized by Google

der auf derselben liegenden Molekeln und $xi$ den von einem Molekel absorbirten Antheil bedeutet. Da hierbei $4\pi r^2 i$ die gesammte lebendige Kraft vorstellt, womit die betrachtete Welle zur Distanz $r$ gelangt, so sieht man, dass in jeder Schichte, durch welche sie geht, der $\frac{x_1 \varepsilon}{\rho^2}$ Theil der gesammten ihr bis dahin verbliebenen lebendigen Kraft absorbirt wird. Sie besitzt also nach der $n^{ten}$ Schichte, wo sie den Weg $r = n\rho$ zurückgelegt hat, nur noch die Intensität

$$i = \left(1 - \frac{x}{\rho^2}\right)^{n-1} \frac{\varepsilon^2}{r^2},$$

wenn $\frac{\varepsilon^2}{r^2}$ die Intensität bedeutet, womit sie im leeren Raume in die gleiche Entfernung gelangt wäre. Es wird also irgend ein Ätherтheilchen von jedem um $r$ entfernten Molekel mit der Intensität $i$ bestrahlt und empfängt daher von den sämmtlichen in der gleichen Distanz auf der Kugelfläche $4\pi r^2$ liegenden Molekeln deren Anzahl $= \frac{4\pi r^2}{\rho^2}$ ist, die Bestrahlung

$$4\pi \left(1 - \frac{x}{\rho^2}\right)^{n-1} \frac{\varepsilon^2}{\rho^2}.$$

Summiren wir nun noch die Bestrahlungen, welche auf dieses Ätherтheilchen gleichzeitig von allen übrigen um dasselbe concentrischen Schichten übertragen werden, so haben wir

$$S(i) = \frac{4\pi\varepsilon^2}{\rho^2} S\left(1 - \frac{k}{\rho^2}\right)^{n-1},$$

wo das Summenzeichen sich auf alle Molecular-Schichten von $n = 1$ bis $n = \infty$ erstreckt. Dieser Ausdruck stellt eine convergirende Reihe vor; es ist also die Summe der spätesten Glieder unendlich klein und folglich die Intensität der Bestrahlung die irgend ein Punkt in dem betrachteten Systeme empfängt, unabhängig von den Schichten, deren Radius eine gewisse Distanz überschreitet. Derselbe Satz gilt daher auch in einem begrenzten Systeme von jedem Punkte, dessen Abstand $r$ von dem nächsten Grenzpunkte so gross ist, dass die obige Summe von $n = \frac{r}{\rho}$ bis $n = \infty$ verschwindet.

Bezeichnen wir das Quadrat des Geschwindigkeits-Maximums der schwingenden Ätherтheilchen in unserem Systeme mit $\gamma^2$, so können wir $S(i) = \gamma^2$ setzen; wir haben daher $\gamma^2 = \frac{4\pi\varepsilon^2}{x}$, eine Gleichung, die kein $\rho$ mehr enthält. Nach dem Vorhergehenden wäre $\varepsilon^2$ die

Digitized by Google

Intensität der von einem Molekel ausgehenden Strahlen in der Entfernung 1, wenn die Fortpflanzung ohne Schwächung vor sich ginge. Man kann daher, wenn das Geschwindigkeits-Maximum der erregenden Molekeln $= c$ ist, auch $\varepsilon^2 = \frac{\omega c^2}{4\pi}$ setzen, wo $\omega$ eine Constante bedeutet, welche der von einem Molekel erregten Äthermasse, somit der Oberfläche desselben proportional ist und als Strahlungscoëfficient bezeichnet werden kann; es ist dann $\gamma^2 = \frac{\omega c^2}{\varkappa}$. Für den betrachteten Fall nun, wo die Molekeln blos unter dem Einflusse von Äther-Vibrationen der gleichen Periode schwingen, ist oben gezeigt worden, dass in Bezug auf Empfang und Abgabe lebendiger Kräfte zwischen dem Äther und einem Molekel Gleichgewicht eintritt, sobald die Geschwindigkeit des letzteren gleich ist der Geschwindigkeit der dasselbe störenden Äthertheilchen. Es ist also im Falle des thermischen Gleichgewichtes $\gamma^2 = c^2$, somit auch $\varkappa = \omega$.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der in dem angenommenen Systeme thätigen Kräfte, d. h. der Bewegungsanregungen, welche die Molekeln wechselseitig unter sich ausüben, so erhellt aus dem Bisherigen, dass je zwei Molekeln, abgesehen von unmittelbar wirksamen Kräften womit sie begabt sein können, schon durch die von ihnen erregten Äther-Vibrationen in doppelter Weise auf einander einwirken müssen: 1) transversal, indem sie sich gegenseitig anregen, in der Vibrationsrichtung der einander zugesandten Strahlen zu schwingen; 2) longitudinal, indem sie zugleich auf einander in der Richtung dieser Strahlen eine Anziehung ausüben. Die erste von diesen zwei Wirkungen ist der ersten Potenz, die zweite dem Quadrate der Vibrationsgeschwindigkeit in den dieselben vermittelnden Strahlen proportional. Da ferner jedes Molekel von den auf sie einfallenden Strahlen auch einen Theil absorbirt, welcher nämlich auf die Erregung desselben verwendet wird, so entsteht 3) eine gegenseitige Einwirkung je zweier Molekeln auch noch daraus, dass sie einander von anderen Molekeln herkommende Strahlen entziehen; was nach dem Obigen ein Bestreben, sich wechselseitig zu fliehen oder eine Abstossung veranlasst, welche der Intensität der auf solche Weise einander entzogenen Bestrahlungen proportional ist.

Es ist klar, dass die Wirksamkeit der genannten anziehenden und abstossenden Kräfte wechselseitige Bewegungen unter den Molekeln als nothwendige Bedingung voraussetzt. Denn wären die sämmt-

Digitized by Google

lichen Molekeln in ihren mittleren Lagen in Ruhe, so müssten jene Kräfte, vorausgesetzt dass sie dann auch vorhanden wären, sich immer gegenseitig aufheben; sie wären aber in diesem Falle in der That gar nicht vorhanden, weil dann weder von einer Strahlenerregung noch von einer Strahlenabsorption die Rede sein könnte. Sind aber die Molekeln in fortgesetzter Bewegung unter einander begriffen, so ist klar, dass die auf ein bestimmtes Molekel von den auf dasselbe einfallenden Strahlen sowohl transversal als longitudinal ausgeübten Wirkungen sich nicht immerfort aufheben; die Resultante der sämmtlichen transversalen Wirkungen nun, welche den ersten Potenzen der Geschwindigkeiten der einfallenden Vibrationen proportional sind, bestimmt die augenblickliche Vibrationsrichtung und Geschwindigkeit des getroffenen Molekels; die Resultante der longitudinalen, den Quadraten der Vibrationsgeschwindigkeiten proportionalen Wirkungen aber strebt entweder eine Annäherung oder ein Auseinanderrücken der Molekeln herbeizuführen, je nachdem zwischen denselben bei der bestehenden Molecular-Distanz die Anziehung durch Zustrahlung oder die Fliehkraft wegen der gegenseitigen Strahlenentziehung ein relatives Übergewicht hat. Man sieht nämlich einerseits, dass, wenn die Molekeln insgesammt um mittlere Lagen vibriren und somit die wirklichen Distanzen derselben in jedem Augenblicke sich ändern, jedes immer auf der Seite, wo die Nachbar-Molekeln ihm momentan näher stehen, stärker bestrahlt ist, als auf der entgegengesetzten Seite, welcher die dort befindlichen Molekeln in dem nämlichen Augenblicke ferner liegen; woraus sofort folgt, dass einander genäherte Molekeln sich stets noch mehr zu nähern trachten. Andererseits aber wird jedem Molekel auf der Seite, wo die Nachbar-Molekeln ihm momentan näher stehen, von eben denselben durch Absorption ein grösserer Antheil der auf dieser Seite ihm zugesandten Strahlen entzogen als auf der entgegengesetzten Seite; es muss daher aus diesem Grunde stets von den ihm näheren Molekeln wegzugehen suchen. Wenn von diesen einander entgegen wirkenden Einflüssen derjenige vorwiegt, vermöge dessen die Molekel sich anziehen, so ist unter der Wirksamkeit der thermischen Kräfte allein kein Gleichgewicht möglich; überwiegt dagegen die aus der gegenseitigen Strahlenentziehung entspringende Fliehkraft, so kann offenbar unter diesen Kräften allein die Stabilität der Molekeln bestehen, wenn ein nicht verschiebbarer Widerstand die Vergrösserung der mittleren Distanzen verhindert.

Digitized by Google

Es erhellt aus den oben abgeleiteten Sätzen: 1) dass jede der beiden longitudinalen Wärmekräfte, folglich auch die Resultante derselben, der Strahlungsintensität der Körpermolekeln und somit auch der Molecular-Wärme proportional ist; 2) dass diese Kräfte Functionen der Molecular-Distanz sind und mit dem Wachsen der letzteren abnehmen, wobei sich die Anziehung rascher als die Abstossung ändert. Zugleich ist klar, dass die thermischen Kräfte eines Molekels nur so weit sich erstrecken, als die von demselben ausgehenden Ätherstörungen reichen; da nun nach dem Obigen die Bewegung des Äthers an irgend einer Stelle im Innern eines Körpers blos von den innerhalb einer gewissen Sphäre liegenden Molekeln abhängt, so folgt, dass die bewegenden Kräfte, die ein Molekel als strahlende und absorbirende Masse auf andere ausübt, über eine gewisse Distanz hinaus völlig verschwinden, was immerhin schon in unmessbar kleinen Distanzen der Fall sein kann.

Diese Kräfte nun, welche aus dem Bewegungszustande des zwischen den Molekeln gelagerten Äthers entspringen, müssen mit den übrigen in dem Körper vorhandenen Kräften bei constantem Wärmezustande im Gleichgewichte stehen. Nehmen wir also einen Körper an, zwischen dessen Molekeln eine von der Wärme unabhängige, nämlich unmittelbar wirkende Anziehung oder Abstossung stattfindet und es sei $q$ der positive oder negative Druck, welcher dadurch auf eine in demselben angenommene Fläche geübt wird; es sei ferner $p$ der auf dieselbe ausgeübte äussere Druck, so muss die Wirkung der Wärme der Summe $p + q$ des inneren und äusseren Druckes das Gleichgewicht halten. Es sei nun die Wirkung der aus dem Wärmezustande resultirenden Abstossungskräfte auf die erwähnte Fläche $= a$, und die der entsprechenden Anziehungskräfte $= b$, so hat man die Gleichung $p + q = a - b$, welche für ein beliebiges System von Molekeln gilt.

Für ein System, worin die Molekeln so weit von einander entfernt sind, dass unmittelbare, d. h. andere als thermische Einwirkungen zwischen denselben nicht stattfinden, ist $q = 0$; in diesem Falle, dem die Gase sehr nahe kommen, hat man $p = a - b$. Sollte nun die Wärme, der gewöhnlichen Ansicht gemäss, stets nur als abstossende Kraft wirken, so müsste in dieser Gleichung $b = 0$ sein. Es lässt sich jedoch aus dem Verhalten der Gase beweisen, dass die aus dem Wärmezustande derselben resultirende Molecular-Anziehung eine Kraft von merkwürdig grosser Intensität ist.

Digitized by Google

In einem undurchdringlichen Cylinder von einem Quadratmeter Querschnitt, oben durch einen beweglichen Kolben verschlossen, befindet sich die Gasmasse 1 unter dem Drucke von $p$ Kilogrammen. Die einander entgegenwirkenden Wärmekräfte, welche diesem Drucke das Gleichgewicht halten, seien $a$ und $b$, so ist ihr Unterschied $a-b=p$, während $a+b$ die Gesammtsumme der aus dem Wärmezustande resultirenden Bewegungskräfte vorstellt. Zu dieser Masse trete in einem bestimmten Augenblicke die unendlich kleine Wärmemenge $dw$, so erleiden unmittelbar auch die Kräfte $a$ und $b$ unendlich kleine Veränderungen $da$ und $db$; es ist also $d(a+b)$ die in demselben Augenblicke eintretende Vermehrung der vorhandenen Kraftsumme $a+b$, und $d(a-b)$ der gleichzeitige unendlich kleine Zuwachs an Spannkraft, der dann als weitere Folge eine Fortschiebung des äusseren Druckes veranlasst.

Man lasse im nächsten Augenblicke nach der Erwärmung um $dw$ die betrachtete Masse, indem zu ihr gleichzeitig noch so viel Wärme hinzutrete, dass die Menge der in ihr schon vorhandenen Wärme constant bleibe, sich so lange ausdehnen, bis ihre Spannkraft wieder mit dem Drucke $p$ im Gleichgewichte steht, und es sei diese Ausdehnung nach oben $= dv$, so ist die Wirkung der nun während der Ausdehnung hinzugetretenen und verbrauchten Wärmemenge die Hebung von $p$ Kilogrammen auf $dv$ Meter, also $p\,dv$ Kilogramme auf 1 Meter gehoben, folglich, wenn $\lambda$ das mechanische Äquivalent der Wärmeeinheit bedeutet, $\frac{p\,dv}{\lambda}$ die Wärmemenge, welche in Folge der Ausdehnung des Gases verschwunden ist. Bezeichnet man daher die gesammte unendlich kleine Wärmemenge, die erfordert wurde, um zuerst die betrachtete Gasmasse um $dw$ zu erwärmen und dann dieselbe um $dv$ auszudehnen, mit $dr$, so ist $dr = dw + \frac{p\,dv}{\lambda}$. Es erhellt aus dem Gesagten, dass der Quotient $\frac{dr}{dw}$ das Verhältniss der specifischen Wärme des Gases bei constantem Druck zu der bei constantem Volumen angibt; bezeichnen wir ihn mit $k$, so ergibt sich die Gleichung $dw = \frac{p\,dv}{\lambda(k-1)}$.

Sowie das Gas seine Ausdehnung um $dv$ bewirkt hat, ist auch die aus der Erwärmung desselben um $dw$ hervorgegangene bewegende Kraft $d(a-b)$ verschwunden. Fassen wir also zusammen, dass einerseits das Hinzutreten der Wärme $dw$ zu dem Gase eine Vermehrung

Digitized by Google

der thermischen Kraftsumme um $d(a+b)$ bewirkt, und dass andererseits mit der Wärmemenge $\frac{p\,dv}{\lambda}$ zugleich die Kraft $d(a-b)$ verschwindet, so ergibt sich die Proportion:

$$\frac{pdv}{\lambda} : d(a-b) = dw : d(a+b),$$

folglich mit Rücksicht auf die obige Formel für $dw$

$$\frac{d(a-b)}{d(a+b)} = k-1 \text{ oder } \frac{db}{da} = \frac{2-k}{k}.$$

Für Gase, welche dem Mariotte'schen und Gay-Lussac'schen Gesetze folgen (was freilich nur annäherungsweise möglich ist), ist der Capacitäts-Coëfficient $k$ eine Constante; daher muss für solche auch $\frac{db}{da}$ constant, folglich $\frac{db}{da} = \frac{b}{a}$ sein, woraus auch $\frac{b}{a} = \frac{2-k}{k}$ folgt. Mit der Gleichung $a-b=p$ ergibt sich demnach:

$$a = \frac{kp}{2(k-1)}, \quad b = \frac{(2-k)p}{2(k-1)}.$$

Aus der Schallgeschwindigkeit findet man für atmosphärische Luft $k = 1{\cdot}415$, folglich $\frac{b}{a} = 0{\cdot}413$, und $a = 1{\cdot}705$, $b = 0{\cdot}705$. Im Gegensatze zu der gewöhnlichen Annahme ergibt sich also das wichtige Resultat, dass zwischen den Molekeln der Gase Anziehungskräfte von verhältnissmässig grosser Stärke obwalten, deren Wirksamkeit durch die vorherrschenden Abstossungskräfte nur verdeckt ist.

Um auch für Gase von unbekanntem Capacitäts-Coëfficienten die Werthe der thermischen Kräfte $a$ und $b$ zu finden, wollen wir zuerst aus der Wärmecapacität der atmosphärischen Luft und aus ihrem Ausdehnungs-Coëfficienten das Äquivalent $\lambda$ der Wärmeeinheit berechnen. Aus der Gleichung $dr = dw + \frac{p\,dv}{\lambda}$ ergibt sich nämlich die Formel $\lambda = \frac{kpdv}{(k-1)dr}$, wo $dr$ die unendlich kleine Wärmemenge bedeutet, welche bei constantem Druck die unendlich kleine Ausdehnung $dv$ nebst entsprechender Temperaturerhöhung bewirkt; man kann aber auch $dr$ als die Wärmecapacität bei constantem Druck und somit $dv$ als die durch Erhöhung der Temperatur um 1° C. bewirkte Ausdehnung betrachten. Bei atmosphärischem Druck ($760^{mm}$) ist nun $p = 10333$ Kilogramm auf einen Quadratmeter; unter demselben Druck und bei der Temperatur des Gefrierpunktes ist das

Digitized by Google

Volumen von 1 Kilogramm atmosphärischer Luft $v = 0{\cdot}7733$ Kubikmeter. Ferner ist, wenn die Temperatur von 0° bis 1° C. steigt, $\frac{dv}{v} = 0{\cdot}003670$; man findet daher $pdv = 29{\cdot}33$. Die specifische Wärme der atmosphärischen Luft bei constantem Druck ist nach Regnault $= 0{\cdot}2377$; folglich wird mit dem bereits angegebenen Werthe von $k$ $\lambda = 420{\cdot}7$, d. h. die als Einheit angenommene Wärmemenge, welche 1 Kilogramm Wasser von 0° bis 1° C. zu erwärmen im Stande ist, vermag dasselbe Gewicht auf die Höhe von 420·7 Meter zu heben.

Mit diesem Werthe von $\lambda$ kann man für jedes Gas, insoferne es dem M. und G. Gesetze folgt, den Coëfficienten $k$ berechnen, wenn die specifische Wärme und der Ausdehnungs-Coëfficient bekannt sind; es ist nämlich $k = \frac{1}{1 - \frac{pdv}{\lambda dr}}$.

Die Dichtigkeit der Kohlensäure bei der Temperatur des Gefrierpunktes und unter atmosphärischem Druck ist 1·529, folglich das Volumen $v$ von 1 Kilogramm dieses Gases $= 0{\cdot}5058$ Kubikmeter. Durch Erwärmung von 0° bis 1° C. dehnt sich die Volumeneinheit desselben nach Regnault um $0{\cdot}003710 = \frac{dv}{v}$ aus; also ist $pdv = 19{\cdot}39$. Ferner ist nach Regnault die specifische Wärme der Kohlensäure bei constantem Druck $= 0{\cdot}2164$, somit $\lambda dr = 89{\cdot}00$, und hieraus $k = 1{\cdot}271$. Mit diesem Werthe von $k$ ergibt sich $a = 2{\cdot}35\,p$, $b = 1{\cdot}35\,p$.

Man sieht, dass die Summe $a + b$ der thermischen Kräfte für Kohlensäure sehr nahe in dem Verhältnisse von 3:2 grösser ist als für atmosphärische Luft; wäre daher das Verhältniss von $a$ und $b$ für Kohlensäure das nämliche wie für atmosphärische Luft, so ergäbe sich auch die Spannkraft der ersteren sehr nahe in dem Verhältnisse von 3:2 grösser. Die Reduction des Volumens der Kohlensäure nach der chemischen Verbindung der Bestandtheile erklärt sich somit vollständig aus dem für dieses Gas stattfindenden Verhältnisse der thermischen Kräfte. Fast das Gleiche ergibt sich für Stickstoffoxydul und schwefelige Säure, wenn man aus der specifischen Wärme und dem Ausdehnungs-Coëfficienten derselben nach Regnault's Versuchen die Werthe von $a$ und $b$ berechnet. Es erhellt daraus, dass die thermische Anziehung bei Verbindungen ungleichartiger Stoffe eine wichtige Rolle spielt.

Digitized by Google

Bei festen und flüssigen Körpern scheint der Quotient aus den beiden specifischen Wärmen und somit $\frac{db}{da}$ der Einheit viel näher zu liegen als bei den Gasen. Da in jenen offenbar vom Wärmezustande unabhängige Kräfte vorhanden sind, so ist für dieselben $dr = dw + \frac{(p+q)\,dv}{\lambda}$, in der obigen Bedeutung dieser Zeichen. Für Wasser im Maximum der Dichte ist $dv = 0$, also $dr = dw$ und $da = db$, d. h. wenn Wasser im Maximum der Dichte unendlich wenig erwärmt oder abgekühlt wird, so erleiden die thermischen Kräfte Veränderungen, deren Wirkungen sich gegenseitig aufheben. Der Einfluss der thermischen Anziehung ist bei diesem Körper in die Augen fallend; denn wäre die Wärme wesentlich nur eine abstossende Kraft, so bliebe unerklärlich, wie eine Vermehrung derselben bei irgend einem Zustande eines Körpers eine Verkleinerung seines Volumens bewirken kann.

---

## Vorträge.

### *Analyse des Brunnenwassers aus dem Hause Nr. 42, Josefstadt, Wien.*

Von **Dr. J. J. Pohl.**

Trotz der vielfachen Anregungen des Herrn Regierungsrathes Dr. Pleischl besitzen wir nur wenige chemische Analysen von Wässern aus Wien und dessen nächster Umgebung. Ausser den Wasser-Analysen des artesischen Brunnens am Bahnhofe der Wien-Raaber Eisenbahn [1]), des Rudlmann'schen Brunnens bei der Mariahilfer Linie [2]) von Ragsky, ferner nur unvollständig ausgeführten Analysen des Wassers vom artesischen Brunnen am Getreidemarkt durch Patera [3]), den ebenfalls nur unvollständigen Analysen und Härtebestimmungen der Wässer des schönen Brunnens im k. k. Lustschlosse zu Schönbrunn, der Albertinischen Wasserleitung, der

---

[1]) Haidinger, Bericht über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften, Band 2, Seite 121.

[2]) Ebendaselbst, Band 3, Seite 90.

[3]) Ebendaselbst, Band 5, Seite 61.



Digitized by Google

Donau und des Wienflusses durch Hinterberger [1]), endlich den nach Clarke's Methode ausgeführten Härtebestimmungen vom Wasser der Donau, der Kaiser-Ferdinands-Wasserleitung und des Wassers aus einem der Brunnen am k. k. polytechnischen Institute durch Moser [2]), sind mir aus der neueren Zeit keine Untersuchungen von Wiener Brunnenwässern bekannt.

Die Mittheilung der folgenden von mir ausgeführten Analyse des Brunnenwassers aus der Josefstadt, Johannesgasse Nr. 42 zu Wien, mag in dem eben Gesagten einigen Grund finden; um so mehr als das untersuchte Wasser salpetersaure Salze enthält, welche bei älteren ähnlichen Analysen fast ganz ausser Acht gelassen wurden und auch in der That darin nur selten in grösserer Menge vorzukommen scheinen. Findet man doch in Koch's bekanntem Werke [3]) nur das Saidschitzer Bitterwasser als salpetersaure Salze enthaltend angeführt!

Ich kann übrigens nicht umhin zu bemerken, dass in der Nähe des Hauses, zu dem der in Rede stehende Brunnen gehört, sich jahrelang Salpeterplantagen befanden, die erst in neuerer Zeit aufgelassen wurden.

### Physikalische Eigenschaften des Brunnenwassers.

Das Wasser aus einem Brunnen von 96 W. Fuss Tiefe geschöpft, erscheint vollkommen klar, farblos und bildet selbst bei längerem Stehen keinen Absatz, ausser einigen wenigen gelbbraunen Flocken, die gleich nach dem Schöpfen in dem Wasser schwimmen und welche, wie das Mikroskop zeigte, blos von den Dichtungen der Pumpe herrühren. Geruch kann keiner wahrgenommen werden, der Geschmack lässt sich eher fade als erfrischend nennen und die Reaction ist kaum merklich alkalisch.

Bei der am 17. Jänner 1855 vorgenommenen Dichtenbestimmung fand ich dieselbe bei der Temperatur von 15° C. zu 1·00188 und 1·00182, im Mittel also gleich 1·00185.

---

[1]) Jahresbericht der k. k. Oberrealschule am Schottenfelde zu Wien für das Studienjahr 1853—1854, Seite 26.

[2]) Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissenschaften, math.-naturw. Classe, 4. Band, Seite 484.

[3]) Koch, die Mineralquellen der gesammten österreichischen Monarchie etc. Zweite Auflage, Wien 1845.

Digitized by Google

An eben diesem Tage betrug die Temperatur der Luft um $10^h$ M. nur — 10° C. im Schatten, die Temperatur des Wassers nach 15 Minuten langem Schöpfen aber + 6°9 C. Die Temperatur des Wassers war sonach an diesem Tage etwas höher als jene der von Seite der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus Ende December 1854 während einer viel höheren Lufttemperatur bei drei Wiener Brunnenwässern gefundenen, welche zwischen + 5°3 C. und 6°8 C. schwankte; sie war jedoch niederer als die Temperatur des Brunnens am Kahlenberge zwischen dem 10. und 25. Jänner, welche sich am ersten Tage bei + 0°25 der Luft zu 7°87 C., am letztgenannten bei — 5°6 C. noch zu 7°50 C. zeigte.

Beim Beginne des Kochens liefert dieses Wasser ein wenig weissen Schaum, und nach längerer Erhitzung bei fortwährendem Ersatz des verdampfenden Wassers bildet sich eine kleine Menge eines vollkommen weissen Niederschlages.

### Chemische Analyse des Brunnenwassers.

#### a) Qualitative Untersuchung.

Bei der Aufsuchung der in dem Wasser enthaltenen Bestandtheile nahm ich auf alle bis jetzt in Mineralwässern aufgefundenen, Rücksicht, konnte aber nur folgende Verbindungen nachweisen:

An Basen: Natron, Kalk, Magnesia, von Thonerde und Eisenoxydul Spuren.

An Säuren: Schwefelsäure, Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure, Kieselsäure, Kohlensäure, ferner von Phosphorsäure und Quellsatzsäure Spuren.

#### b) Quantitative Untersuchung.

Hierbei wurde im Allgemeinen der von Fresenius in seiner Anleitung zur quantitativen Analyse für Wasser-Analysen angegebene Gang benutzt; nur zur Bestimmung der vorhandenen Salpetersäure diente die von J. Stein veröffentlichte Methode [1]), welche auf der Überführung von arsensäurefreier arseniger Säure in Arsensäure durch die Salpetersäure, und Gewichtsbestimmung der Arsenverbindung als arsensaure Ammoniak-Magnesia beruht. Jedem Äquivalente gefundener Arsensäure entspricht dann ein Äquivalent Salpetersäure.

---

[1]) Report of the 20. British Association for the advancement of science, pag. 62.



Digitized by Google

### Schwefelsäure-Bestimmung.

I. 500·565 Grammen Wasser gaben 0·2514 Gramm schwefelsauren Baryt, entsprechend 0·0863 Gramm Schwefelsäure. In 1000 Theilen Wasser sind daher: 0·1724 Theile Schwefelsäure.

II. 400·391 Grammen Wasser lieferten 0·1875 Gramm schwefelsauren Baryt, gleich 0·0644 Gramm Schwefelsäure. 1000 Theile Wasser enthalten hiernach: 0·1608 Theile Schwefelsäure.

1000 Theile Wasser entsprechen im Mittel: 0·1666 Theile Schwefelsäure.

### Chlor-Bestimmung.

I. 350·196 Grammen Wasser gaben 0·3534 Gramm Chlorsilber, also 0·0874 Gramm Chlor oder in 1000 Theilen: 0·2492 Theile Chlor.

II. 300·339 Grammen Wasser entsprechen 0·2975 Gramm Chlorsilber, somit 0·0735 Gramm Chlor oder in 1000 Theilen Wasser 0·2449 Theile Chlor.

Im Mittel sind also in 1000 Theilen Wasser: 0·2470 Theile Chlor.

### Kalk-, Kieselsäure- und Magnesia-Bestimmung.

I. Von 500·560 Grammen Wasser wurden nach dem Eindampfen, Verwandeln der vorhandenen Salze in schwefelsaure, an schwefelsauren Salzen und Kieselsäure = 1·0421 Gramm erhalten.

II. 500·565 Grammen Wasser auf gleiche Weise behandelt, lieferten an schwefelsauren Salzen und Kieselsäure 1·0417 Gramm.

III. 60·490 Grammen Wasser gaben schwefelsaure Salze und Kieselsäure 0·1260 Gramm.

Der bei I bleibende Rückstand wurde mit siedendem Wasser zur Entfernung der löslichen Salze ausgezogen, im wässerigen Auszuge der gelöste schwefelsaure Kalk mit Oxalsäure gefällt und wieder zum unlöslichen Rückstand gebracht. Ich erhielt sonach Umwandlung des Kalkniederschlages in schwefelsauren Kalk 0·4759 Gramm schwefelsauren Kalk und Kieselsäure.

Von II blieben nach gleicher Behandlung 0·4742 Gramm schwefelsaurer Kalk und Kieselsäure.

Das von I resultirende Gemenge von schwefelsaurem Kalk und Kieselsäure liess nach dem Erhitzen mit Chlorwasserstoffsäure

Digitized by Google

einen Rückstand von 0·0225 Gramm Kieselsäure, oder für 1000 Theile Wasser 0·0449 Theile Kieselsäure.

Vom Versuch II blieben ebenso 0·0193 Gramm Kieselsäure, oder 1000 Theile Wasser enthalten 0·0386 Theile Kieselsäure.

Im Mittel wurden daher in 1000 Theilen Wasser: 0·0418 Theile Kieselsäure gefunden.

Von I resultirt somit als Rest: 0·4536 Gramm schwefelsaurer Kalk, also 0·1868 Gramm Kalk oder in 1000 Theilen Wasser: 0·3731 Theile Kalk.

II gibt 0·4549 Gramm schwefelsauren Kalk oder 0·1873 Gramm Kalk, folglich in 1000 Theilen Wasser: 0·3742 Theile Kalk.

Im Mittel erhält man für 1000 Theile Wasser 0·3738 Theile Kalk.

In der Flüssigkeit, welche die gelösten schwefelsauren Salze enthielt, fanden sich nach Entfernung des gelösten Kalkes:

Bei Flüssigkeit I. 0·2718 Gramm zweibasig phosphorsaure Magnesia, daher 0·0979 Gramm Magnesia oder in 1000 Theilen Wasser: 0·1957 Theile Magnesia.

Bei Flüssigkeit II. 0·3411 Gramm Magnesiasalz, somit 0·1247 Gramm Magnesia und in 1000 Theilen Wasser: 0·2491 Theile Magnesia.

Im Mittel entsprächen also in 1000 Theilen Wasser: 0·2224 Theile Magnesia.

### Natron-Bestimmung.

Diese geschah indirect in den zur Kalk-, Kieselsäure- und Magnesia-Bestimmung benutzten Wassermengen mittelst der eben hierbei erhaltenen Daten, es entsprechen hiernach für:

I. 0·1189 Gramm Natron oder in 1000 Theilen Wasser 0·2121 Theile Natron.

II. 0·0844 Gramm Natron oder in 1000 Theilen Wasser 0·1687 Theile Natron.

Im Mittel sind in 1000 Theilen Wasser: 0·1904 Theile Natron.

### Salpetersäure-Bestimmung.

I. 173·578 Grammen Wasser lieferten 0·4620 Gramm arsensaure Ammoniak-Magnesia bei 100° C. getrocknet, äquivalent 0·1313 Gramm Salpetersäure, oder für 1000 Theile Wasser: 0·7564 Theile Salpetersäure.

Digitized by Google

II. 59·3046 Grammen Wasser gaben 0·1552 Gramm arsensaures Salz, daher 0·0441 Gramm Salpetersäure oder in 1000 Theilen Wasser 0·7435 Theile Salpetersäure.

Im Mittel enthalten 1000 Theile Wasser: 0·7500 Theile Salpetersäure.

**Bestimmung des absoluten Rückstandes.**

Diese geschah der vorhandenen Magnium-Verbindungen wegen mittelst Zusatz von kohlensaurem Natron; die Trocknung wurde bei 200° C. bewerkstelligt.

I. 57·8927 Grammen Wasser lieferten 0·1168 Gramm Rückstand, oder für 1000 Theile Wasser 2·0175 Theile.

II. 58·2730 Grammen Wasser gaben 0·1137 Gramm Rückstand, für 1000 Theile Wasser somit: 1·9512 Theile.

Im Mittel enthielten daher 1000 Gewichtstheile Wasser: 1·9846 Gewichtstheile fester Körper gelöst.

**Bestimmung der neutral gebundenen Kohlensäure.**

Die Menge derselben wurde durch Rechnung aus den mittleren Mengen des absoluten Rückstandes, ferner der gefundenen schwefelsauren Salze, der Kieselsäure, des Chlors, der Schwefelsäure und Salpetersäure abgeleitet. Ich fand die in 1000 Theilen Wasser vorhandene und zu neutralen Salzen gebundene Kohlensäure gleich 0·1181 Gewichtstheilen.

**Bestimmung der gesammten Kohlensäure im Wasser.**

Bei der Ermittelung der gesammten Kohlensäure in dem am 17. Jänner 1855 geschöpften Wasser wurden erhalten:

I. Aus 1001·8 Grammen Wasser 1·7019 Gramm schwefelsaurer und kohlensaurer Baryt, also nach Obigem 1·2158 Gramm kohlensaurer Baryt und 0·2688 Gramm Kohlensäure. In 1000 Theilen Wasser: 0·2684 Theile Kohlensäure

II. Aus 1001·8 Grammen Wasser 1·4696 Gramm Barytsalze, also 0·9835 Gramm kohlensaurer Baryt entsprechend 0·2197 Gramm Kohlensäure oder in 1000 Theilen Wasser: 0·2192 Theile Kohlensäure.

Im Mittel enthalten 1000 Theile Wasser: 0·2438 Theile Kohlensäure.

Digitized by Google

### Bestimmung der beim Kochen sich abscheidenden Salze.

400·390 Grammen Wasser gaben nach einstündigem Kochen in einem bedeckten Gefässe und Ersatz des in geringer Menge verdampfenden Wassers durch destillirtes Wasser 0·099 Gramm Absatz, oder für 1000 Theile Wasser: 0·2480 Theile. Eine vorgenommene qualitative Untersuchung zeigte denselben als blos aus kohlensaurem Kalk bestehend, welcher aus dem im Wasser gelöst gewesenen zweifach kohlensauren Kalk durch Abgabe von Kohlensäure entstand.

### Recapitulation der Analyse.

Bestandtheile in 1000 Theilen Wasser:

| | Analyse I. | II. | Im Mittel |
|---|---|---|---|
| Natron | 0·2121 Theile | 0·1687 Theile | 0·1904 Theile |
| Kalk | 0·3731 „ | 0·3742 „ | 0·3738 „ |
| Magnesia | 0·1957 „ | 0·2491 „ | 0·2224 „ |
| Schwefelsäure | 0·1724 „ | 0·1608 „ | 0·1666 „ |
| Chlor | 0·2492 „ | 0·2449 „ | 0·2470 „ |
| Salpetersäure | 0·7564 „ | 0·7435 „ | 0·7500 „ |
| Kieselsäure | 0·0449 „ | 0·0386 „ | 0·0418 „ |
| Kohlensäure, im Ganzen | 0·2684 „ | 0·2192 „ | 0·2438 „ |
| Kohlensäure, gebunden | — „ | — „ | 0·1181 „ |
| Kohlensäure, halbgebunden u. frei | — „ | — „ | 0·1257 „ |
| Thonerde, Eisenoxydul, Quellsatzsäure, Phosphorsäure | Spuren | Spuren | Spuren |

### Berechnung der näheren Bestandtheile des Wassers.

Die für 1000 Gewichtstheile Wasser gefundenen 0·1904 Theile Natron fordern 0·3317 Theile Salpetersäure und geben salpetersaures Natron: 0·5221 Theile,
es bleiben somit noch 0·4183 Theile Salpetersäure als Rest.

Die 0·1666 Theile Schwefelsäure fordern 0·1166 Theile Kalk und liefern schwefelsauren Kalk: 0·2833 Theile,
es bleibt daher ein Rest von 0·2572 Theilen Kalk.

Die 0·2470 Theile Chlor binden 0·0835 Theile Magnium, entsprechend 0·1392 Theilen Magnesia, zu Chlormagnium: 0·3305 Theilen.

Die noch übrigen 0·0832 Theile Magnesia benöthigen 0·2247 Theile Salpetersäure und geben salpetersaure Magnesia: 0·3079 Theile.

Digitized by Google

Hierdurch ist die übrigbleibende Salpetersäure bis auf 0·1936 Theile vermindert, diese fordern aber 0·1004 Theile Kalk, um zu bilden salpetersauren Kalk: 0·2940 Theile.

Die noch vorhandenen 0·1568 Theile Kalk brauchen endlich 0·1232 Theile Kohlensäure zur Bildung von kohlensaurem Kalk: 0·2800 Theile.

Gefunden wurden aber 0·1181 gebundene Kohlensäure, also nur um 0·0051 Theile zu wenig.

Es ergeben sich somit als nähere Bestandtheile des untersuchten Brunnenwassers

| Bestandtheile | in 1000 Theilen Wasser | in 10000 Theilen | in 1 W. Pfunde = 16 Unzen = 7680 Granen | in 1 W. Maass bei 15° C. |
|---|---|---|---|---|
| Salpetersaures Natron | 0·5221 Theile | 5·221 Theile | 4·010 Grane | 10·113 Grane |
| Schwefelsaurer Kalk... | 0·2833 „ | 2·833 „ | 2·176 „ | 5·487 „ |
| Salpetersaurer Kalk... | 0·2940 „ | 2·940 „ | 2·258 „ | 4·056 „ |
| Kohlensaurer Kalk .... | 0·2800 „ | 2·800 „ | 2·150 „ | 5·423 „ |
| Chlormagnium..... | 0·3305 „ | 3·305 „ | 2·538 „ | 6·401 „ |
| Salpetersaure Magnesia | 0·3079 „ | 3·079 „ | 2·365 „ | 5·964 „ |
| Kieselsäure ..... | 0·0418 „ | 0·418 „ | 0·321 „ | 0·810 „ |
| Phosphorsaures Eisenoxydul, Thonerde, Quellsatzsäure | Spur | Spur | Spur | Spur |
| Summe der festen Bestandtheile..... | 2·0596 Theile | 20·596 Theile | 15·818 Grane | 38·254 Grane |
| Freie und halbgebundene Kohlensäure.. | 0·1257 „ | 1·257 „ | 0·965 „ | 2·435 „ |
| Summe aller Bestandtheile ..... | 2·1853 Theile | 21·853 Theile | 16·783 Grane | 40·689 Grane. |

Der gefundene, verhältnissmässig grosse Gehalt an salpetersauren Salzen sowie Chlormagnium, deutet darauf hin, dass das untersuchte Wasser beim Genusse auf den menschlichen Organismus nicht ohne Einwirkung bleiben könne, und in der That wirkt dasselbe bei allen Personen, die es geniessen, purgirend. Nur nach längerem Gebrauche wird man daran gewöhnt und verspürt dann keine nachtheilige Wirkung mehr davon.

Da Ragsky im Wasser des Rudlmann'schen Brunnens ebenfalls salpetersaure Salze fand, so dürfte es nicht uninteressant sein,

Digitized by Google

die Resultate der Analysen des Josefstädter und Rudlmann'schen Brunnenwassers vergleichshalber zusammenzustellen. Man erhält so für Ein W. Pfund gleich 16 Unzen Wasser:

| Bestandtheile | Josefstädter Brunn. | Rudlmann'scher Brunn. |
|---|---|---|
| Salpetersaures Natron..... | 4·010 Grane | 0·977 Grane |
| Schwefelsaurer Kalk ..... | 2·176 „ | 1·979 „ |
| Salpetersaurer Kalk..... | 2·258 „ | — „ |
| Chlorcalcium..... | — „ | 0·099 „ |
| Kohlensaurer Kalk ..... | 2·150 „ | 2·800 „ |
| Chlormagnium..... | 2·538 „ | 1·553 „ |
| Salpetersaure Magnesia..... | 2·365 „ | 1·155 „ |
| Kohlensaure Magnesia..... | — „ | 0·694 „ |
| Kohlensaures Eisenoxydul.... | — „ | 0·010 „ |
| Kieselsäure ..... | 0·321 „ | 0·132 „ |
| Phosphorsaures Eisenoxydul, Thonerde, Extractivstoff, salpetersaures Kali, Verlust | Spuren | 0·146 „ |
| Summe der fixen Bestandtheile | 15·818 Grane | 9·547 Grane. |

Es herrscht sonach in qualitativer Beziehung zwischen beiden Wässern ziemliche Analogie, in quantitativer Beziehung findet jedoch ein beträchtlicher Unterschied Statt, indem das Wasser des Josefstädter Brunnens fast zwei Drittheile mehr fixe Bestandtheile enthält, als das Mineralwasser des Rudlmannschen Brunnens.

---

## *Über die Brechung und Reflexion des Lichtes an Zwillingsflächen optisch-einaxiger Krystalle.*

Von **J. Grailich.**

(Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.)

Der geometrische Charakter der Zwillingsbildungen ist seit Beginn dieses Jahrhunderts ein Gegenstand scharfsinniger und umfassender Arbeiten gewesen. Die Schöpfer und Fortbilder der Naturgeschichte der unorganischen Welt haben nach einander die bewunderungswürdige Kraft ihrer Anschauung an dem Studium der Hemitropie versucht und die Gesetze, welche den Bau dieser Bildungen in sich fassen, dargestellt.

Über den krystallographisch-geometrischen Charakter hinaus erstrecken sich aber diese Forschungen nicht. Die Physik der

Digitized by Google

Zwillingskrystalle blieb bisher unbetrachtet. Es ist einleuchtend, dass in den Gesetzen, welche die Molecular-Actionen der Individuen aussprechen, auch die der Zwillingsbildungen enthalten sein müssen. Aber es lässt sich von vornherein mit Bestimmtheit behaupten, dass aus dem symmetrischen Gefüge der Individuen ein Zusammenhang zwischen den Erscheinungen zu beiden Seiten der Zusammensetzungsfläche sich ergeben müsse, der das Gepräge dieser Symmetrie in einfachen Verhältnissen ausspricht und dadurch den Geist, der sich überall am Gesetzmässigen und Einfachen erfreut, zur näheren Betrachtung einladet. Dazu gesellt sich ein zweiter Umstand, durch den die optische Untersuchung, die wir hier mittheilen, eine Ergänzung und Vervollständigung einer wichtigen Theorie wird.

Man kann sämmtliche Naturkörper optisch in zwei grosse Classen abtheilen, je nachdem sie das Licht auch in grösserer Dicke ungeschwächt durchlassen oder nicht, also in absorbirende und nicht absorbirende Mittel. Beide wirken auf das von ihrer Oberfläche reflectirte Licht verschieden. Jede dieser Classen zerfällt wieder in die Unterabtheilungen der isophanen und anisophanen (krystallinischen) Körper, je nachdem sie einen einfallenden Lichtstrahl nur nach einer oder nach zwei Richtungen durch Brechung ablenken; dabei können einfach- und doppeltbrechende Körper entweder mit dem Vermögen, die Polarisationsebene zu drehen, behaftet sein oder auch nicht. Ausser Cauchy hat noch Niemand die Theorie der Reflexion an absorbirenden Mitteln bearbeitet, denn Neumann's und Mac-Cullagh's Theorien der metallischen Reflexion sind nur Ableitungen empirischer Formeln. Dagegen sind die vollkommen durchsichtigen Körper Gegenstand ausführlicher Untersuchungen geworden. Nachdem die Polarisation durch Reflexion durch Malus und das Tangentengesetz für den Polarisationswinkel durch Brewster entdeckt worden, bahnte sich Fresnel durch die kühne Hypothese der Transversalität der Lichtvibrationen den Weg zu einer Methode, welche die Intensitäts-Formeln für den Fall darstellte, als die beiden sich begrenzenden Medien einfach brechend sind. Mac-Cullagh und Neumann dehnten die Untersuchung auch auf die Reflexion von Krystallflächen aus, indem sie longitudinale Oscillationen entweder ganz aus ihrer Theorie ausschlossen, wie ersterer, oder doch nicht weiter berücksichtigten, wie letzterer; Green und Cauchy

Digitized by Google

fassten die Frage endlich von Grund aus anders, indem sie die Nothwendigkeit der Entstehung von Vibrationen in der Richtung der Wellennormale statuirten, sobald das einfallende Licht nicht parallel der Trennungsebene schwingt, und mit Berücksichtigung dieser die Theorie für isophane Mittel gaben, wozu noch von Cauchy einige Näherungsangaben für den Fall kommen, wo das eine Medium krystallinisch doppelbrechend, das andere einfachbrechend ist. Der Fall, wo beide Mittel anisophan sind, wurde noch nicht in Betracht gezogen. Eine allgemeine Auflösung dieser Frage würde auch kaum noch an der Zeit sein, da zwar nichts im Wege steht, sie als ein mathematisches Problem aufzufassen, dagegen die physikalische Bedeutung wesentlich fehlte, indem weder die Natur noch die heutige Kunst optische Combinationen von verschiedenartigen Krystallen aufzuweisen hat. Nur in den Zwillingsbildungen, wo zwei Individuen derselben Natur in verwandter Stellung gesetzmässig mit einander verbunden sind, zeigt sich ein Gegenstand für diese erweiterte Anwendung der Theorie. Da zugleich Zwillingskrystalle bei weitem häufiger vorkommen als einfache, ja bei manchem Mineral ein einfaches Individuum vielleicht gar nicht existirt, so kann unsere Untersuchung nicht unfruchtbar bleiben; wir beschränken uns dabei der Einfachheit wegen auf die Betrachtung optisch-einaxiger Krystalle.

Wenn ein Lichtstrahl an die Grenze zweier durchsichtiger Medien gelangt, so erleidet er eine dreifache Modification; es kann seine Richtung, seine Amplitude und seine Phase afficirt werden.

Um die Richtungsänderung zu bestimmen, welche ein Lichtstrahl oder eine Lichtwelle an einer Zwillingsfläche erfährt, bediente ich mich des Principes der correspondirenden Bewegungen. In den Differentialgleichungen der Lichtbewegung treten als Variable die Coordinaten des Raumes $x$, $y$, $z$ und die Zeit $t$ auf; da es nach Cauchy's frühesten Untersuchungen zu einerlei Ergebniss führt, ob man die Differentialgleichungen durch Wellenflächen doppelter Krümmung oder durch ebene Wellen integrirt, welche die Wellenfläche einhüllen, und da die Oscillationsbewegung eine nach Zeit und Ort periodische ist, so kann man die particulären Integrale proportional einer Exponential- oder trigonometrischen Function des Quadrinoms $ux + vy + wz - st$ setzen. Ist nun die Trennungsebene der zwei Medien eine der Coordinatenebenen, etwa die Ebene $XY$, so wird nach dem Principe der correspondirenden

Digitized by Google

Bewegungen das genannte Quadrinom für $z=0$ in ein Trinom übergehen, das für die Gesammtheit der einfallenden, reflectirten und gebrochenen Wellen denselben Werth besitzt. Man erhält somit ein System von Gleichungen, deren Zahl gleich ist der Anzahl der betrachteten Wellen, also bei Zwillingen fünf (eine einfallende, zwei gebrochene und eben so viel reflectirte Wellen), aus welchen dann nachstehende Sätze gewonnen werden:

Die Schwingungsdauer wird an der Zwillingsfläche nicht geändert — Erhaltung der Farbe;

die Tracen der Wellenebenen fallen in eine gerade Linie zusammen;

die gebrochenen und reflectirten Wellennormalen bleiben in der Einfallsebene;

die Sinuse der Einfalls-, Reflexions- und Brechungswinkel sind den Fortpflanzungsgeschwindigkeiten proportional.

Diese Sätze habe ich den Untersuchungen zu Grunde gelegt, welche ich die Ehre hatte vor einem Jahre der hohen Classe vorzulegen. Ich habe nun die dort begonnenen Entwickelungen weiter verfolgt und bin dabei unter andern zu folgenden Resultaten gelangt:

1. Für die durch die einfallenden ordinären Strahlen erregten reflectirten und gebrochenen ordinären Strahlen gilt das Gesetz, dass der Reflexions- und Brechungswinkel gleich ist dem Einfallswinkel. Es wird daher der Strahl ohne Ablenkung von seiner ursprünglichen Richtung, durch beide Individuen hindurch sich fortpflanzen.

2. Für die durch die einfallenden extraordinären Strahlen erregten reflectirten und gebrochenen extraordinären Strahlen gilt ein ähnliches Gesetz; nennt man nämlich die Ebene, welche durch den Strahl und die Projection der optischen Axe auf die Zwillingsfläche gelegt wird, Ebene des Strahles und demgemäss die Neigung dieser Ebene gegen die Zwillingsfläche den Winkel der Strahlen-Ebene, so findet man, dass der Winkel der reflectirten und gebrochenen Strahlen-Ebene gleich ist dem Winkel der einfallenden Strahlen-Ebene.

3. Sämmtliche Constanten der Gleichungen, welche die Richtung der gebrochenen und reflectirten ausserordentlichen Strahlen angeben, lassen sich reduciren auf die Tangente eines Winkels, der für jeden gegebenen Zwilling leicht gerechnet werden kann und den ich $\mu$, den

Digitized by Google

charakteristischen Winkel des Zwillings genannt habe. Es ist der Einfallswinkel jenes Strahles, der zu einer Welle gehört, deren Normale senkrecht steht auf der Zwillingsebene, und der die merkwürdige Eigenschaft hat, dass er im zweiten Medium um einen Winkel abgelenkt wird, der doppelt so gross ist als der Einfallswinkel, und dass sein reflectirter Strahl in die Richtung des einfallenden Strahles zu liegen kommt.

4. Die extraordinär gebrochenen Strahlen werden aus der Einfallsebene abgelenkt, sie mögen von ordentlichen oder ausserordentlichen einfallenden Strahlen herrühren. Die grösste Ablenkung erfährt ein senkrecht einfallender Strahl, er wird um einen vollen Quadranten aus der Einfallsebene verrückt.

5. Da die durch die einfallenden extraordinären Strahlen erzeugten gebrochenen ausserordentlichen Strahlen stets mit den einfallenden und der Projection der optischen Axen auf die Zwillingsfläche in einer Ebene liegen, so lässt sich die verschiedene Neigung dieser Strahlen gegen jene Projection durch eine einfache Formel darstellen. Man findet, wenn die einfallenden Strahlen sämmtlich in einer Ebene liegen, dass die gebrochenen und reflectirten im Allgemeinen in einer Kegelfläche vom 4. Grade sich befinden, ausser, wenn die einfallenden Strahlen in dem Hauptschnitte oder in einer Ebene sich befinden, die senkrecht zum Hauptschnitte steht. Hieraus wird nun folgendes Constructions-Verfahren abgeleitet, durch welches die Richtung der gebrochenen Strahlen erhalten wird ohne Zuhilfenahme der Huyghens'schen Construction: Man lege durch den einfallenden Strahl eine Ebene senkrecht zum Hauptschnitt und bestimme die Cotangente $a$ des Neigungswinkels dieser Ebene gegen die Zwillingsfläche. Nun construire man eine zweite Ebene senkrecht auf den Hauptschnitt, die gegen die Zwillingsfläche um einen Winkel geneigt ist, dessen Cotangente $a - z\,tg.\,\mu$ sei. Legt man endlich durch den Strahl und die Projection der optischen Axe auf die Zusammensetzungsfläche eine Ebene, so ist der Durchschnitt der zwei letzteren Ebenen die Richtung des gesuchten Strahles. — Auf ähnliche Weise wird der reflectirte Strahl gefunden.

Die vorliegenden Untersuchungen sind im ersten Abschnitte enthalten; im zweiten sind die Principien dargestellt, welche zur Bestimmung der Veränderung dienen, die die Amplitude und Phase durch Reflexion und Brechung erfahren. Eines derselben, das der Äqui-

Digitized by Google

valenz der Schwingungen an der Trennungsfläche zweier beliebiger Medien ist sowohl der Mac-Cullagh-Neumann'schen, als Green-Cauchy'schen Theorie eigenthümlich; es besteht darin, dass an der Grenze zweier Medien jedes Molecul durch die einfallende und reflectirte Bewegung zusammengenommen eben so weit aus seiner Ruhelage verrückt wird als durch die gebrochene Bewegung allein; nur dass Green und Cauchy die erregten Longitudinal-Vibrationen mit in Rechnung ziehen, was die ersteren Forscher unterlassen. Dagegen weichen die beiden Theorien in Bezug auf das zweite nothwendige Princip ab; Neumann und Mac-Cullagh bedienen sich nach Fresnel's Vorgange des Principes der Erhaltung der lebendigen Kräfte, während aus Green's Analyse ein anderes Princip sich ergibt, dessen auch Cauchy sich bedient und welches er mit dem Namen Princip der Continuität der Bewegung belegt, indem nach demselben die Differentialquotienten der absoluten Verschiebungen bezüglich einer auf der Grenzfläche senkrechten Coordinatenrichtung für beide Medien gleich sind, folglich die Bewegung aus dem einen ins andere continuirlich sich fortpflanzt. Dieses Princip hängt aufs Innigste mit der Annahme zusammen dass die Ätherschwingungen senkrecht zur Polarisationsebene geschehen und dass bei der Reflexion senkrecht zur Einfallsebene polarisirter Wellen Longitudinalerregung stattfinden. Letztere Annahme steht aber nicht nur mit den anschaulichen Verstellungen, die wir uns von einem *mouvement simple* bilden müssen, im vollsten Einklange, sondern sie wird auch in all ihren Folgerungen durch die Erfahrung bekräftigt, so dass Cauchy's Beweis für die Lage der Oscillationsebene um nichts minder kräftig ist als der von Stokes. An der Trennungsfläche zweier Krystallindividuen werden nun gewiss durch Reflexion und Brechung jene evanescirenden Strahlen geweckt, welche sich in Ellipsen fortbewegen, die gegen die brechende Fläche und Einfallsebene eine gewisse Neigung besitzen, ohne jedoch merklich von letzterer abzuweichen. Die Differenz in den Abmessungen und Neigungen dieser Ellipsen bewirkt die Correctur, deren die Fresnelschen Formeln bedürfen, um die Erscheinung genau und wirklich zu repräsentiren. Aus der Symmeterie der Zwillingsbildung folgt aber, die einfallende Welle sei eine ordentliche oder ausserordentliche, dass die Abmessungen dieser Ellipse in beiden Individuen gleich, die Bewegungen in derselben aber entgegengesetzt sein werden, so dass

Digitized by Google

sich dieselben in ihrer Wirkung gegenseitig anulliren. Es werden also bei Zwillingen jene Correctionsglieder wegfallen.

Das Princip der Erhaltung der lebendigen Kräfte involvirt, so wie es bei diesem Probleme in Rechnung geführt wird, zwei andere Sätze. Zuerst die Erhaltung der Oscillationsdauer; denn indem man die Geschwindigkeit in den zwei Medien den Sinusen des Einfalls-, Reflexions- und Brechungswinkels proportional setzt, und ebenso bei Berechnung der bewegten Massen die Dimensionen der Volumina senkrecht gegen die Wellenebene nach demselben Verhältnisse misst, supponirt man, dass das homogene einfallende Licht in seiner Farbe nicht afficirt werde. — Der zweite Satz ist, dass ausserhalb des Bereiches der totalen Reflexion keine Phasenverschiebung stattfinde; ich habe nachgewiesen, dass diese Voraussetzung stillschweigend in Mac-Cullagh Analyse gelegt worden und sie erklärt sich von selbst, wenn man die Bedeutung des Principes der Erhaltung der lebendigen Kräfte überlegt, so wie es wenigstens in die Intensitätsforschungen eingeführt wird. Es heisst nämlich hier weiter nichts als dass die ganze Bewegungsgrösse, welche das Auge im einfallenden Lichte wahrnimmt, von demselben auch in der Summe des reflectirten und gebrochenen Lichtes empfunden werden müsse. Da aber im Allgemeinen ein Theil der einfallenden Bewegung auf die Bildung longitudinaler, vom Auge nicht wahrnehmbarer und nach der Natur des incompressiblen Äthers auch nicht über die unmittelbare Nähe der brechenden Flächen sich fortpflanzender Vibrationen verwendet wird, wobei nothwendig eine Phasenverschiebung eintreten muss, für welche das Auge unmittelbar keine Empfindung besitzt, so kann der Satz der lebendigen Kräfte in der Weise, wie ihn Neumann und Mac-Cullagh in Rechnung bringen, im Allgemeinen nicht auf völlig strenge Ergebnisse führen. Bei Zwillingskrystallen aber, wo eigentlich dies- und jenseits dasselbe Medium vorliegt, kann, wie wir oben gezeigt haben, keine oder doch nur eine völlig unmerkliche Phasenverschiebung stattfinden. Noch mehr: es kann die verschiedene Phasenverschiebung in den zwei senkrecht gegeneinander polarisirten Componenten, in die sich jeder Strahl zerlegen lässt, nur da wo die reflectirte Bewegung sich in einem isophanen Mittel fortpflanzt, durch die Ellipticität der Oscillationen des Strahles gemessen werden. Aber welches Mittel gibt es diese Verschiebung zu messen, wo die zwei reflectirten Componenten nicht in dieselbe Richtung fallen, wie dies

Digitized by Google

eben bei Zwillingskrystallen geschieht? Wir würden die ohnehin höchst weitläufige Rechnung nur unnöthig überladen, wollten wir die Anomalie der zwei Strahlen in dem Calcul der Allgemeinheit wegen mitführen, da wir doch allen Grund haben zu vermuthen, dass dieselbe der Null gleich ist, und selbst wenn eine höchst geringe Abweichung von diesem Werthe statthaben sollte, gegenwärtig wenigstens wir durchaus kein Mittel besitzen, diese Abweichung nachzuweisen oder ihren Betrag zu messen. Wir haben uns daher auf die Bestimmung der Amplituden beschränkt, und zwar in einer Approximation, die, wie Neumann's Messungen zeigen, der Vorwurf geringer Genauigkeit nicht treffen kann. Wir verweisen auf die Resultate, die er (Pog. Ann. XLII, 1—30) mittheilt: und diese beziehen sich doch auf einen Fall, wo das Mitwirken longitudinaler Vibrationen ausser Zweifel gesetzt ist. Ich habe daher meine Untersuchungen nach Neumann's Principien durchgeführt, nicht weil sie mir richtiger scheinen als die Cauchy's, sondern weil sie in dem speciellen Falle der Zwillingskrystalle zu denselben Resultaten führen müssen und die schöne vollendete Abhandlung über den Einfluss der Krystallflächen auf die Intensität des reflectirten Lichtes eine gebahnte Strasse bot, auf der ich zur Lösung meiner verwickelteren Aufgabe zu gelangen versuchen konnte.

Der dritte Abschnitt meiner Abhandlung enthält die Entwickelung der allgemeinen Formeln. Doch eignen sich diese zu keiner kurzen Besprechung und ich verspare mir die Mittheilung der aus denselben abgeleiteten Resultate für eine spätere Gelegenheit.

Zum Schlusse fühle ich mich noch gedrungen meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Regierungsrath v. Ettingshausen aufs Wärmste für die Liberalität zu danken, mit der er mir die zu dieser Arbeit nothwendigen Hilfsmittel zu Gebote stellte.

---

Digitized by Google

# *Ergebnisse der Untersuchung des menschlichen Auges mit dem Augenspiegel,*

von **Dr. Eduard Jaeger.**

(Mit VIII Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 27. April 1854.)

Die Untersuchungen mit dem Augenspiegel, so interessant und erfolgreich sie auch bis jetzt gewesen sind, dürften doch weitmehr noch in der Folge jene Resultate ergeben, welche man mit Recht von der Erschliessung eines so wichtigen Gebietes der Forschung, als die inneren Theile des menschlichen Auges, wie insbesondere von der nun ermöglichten directen Beobachtung physiologischer und pathologischer Vorgänge im Innern des lebenden Organismus erwarten kann, und zwar aus mehreren Gründen: man muss vor Allem erst mit dem Augenspiegel sehen lernen, — hat dann die Aufgabe, das was man sieht, auch richtig zu erfassen, — und darf erst hierauf zur Beurtheilung und Würdigung des Wahrgenommenen schreiten.

Ist das Auge auch das schärfste, geübteste und verlässlichste Sinnesorgan des Menschen und darf vor Allem der Augenarzt seinem Blicke eine grössere Sicherheit im Erfassen und Erkennen zuschreiben, so bietet doch die Handhabung des Augenspiegels, das Wahrnehmen der Objecte durch denselben, die Beurtheilung der Farbe, Grösse und Entfernung hierbei so viel Ungewohntes und Eigenthümliches, dass nur eine längere Anwendung des Spiegels jenen Grad von Fertigkeit und Sicherheit gewährt, die vor allzu häufigen Täuschungen bewahrt, und dem eigenen Sinnesorgane vertrauen lehrt.

Eine bei weitem schwierigere Aufgabe ist die Sichtung, die Würdigung des Gesehenen, das Wiedererkennen der anderweitig, noch während des Lebens oder nach dem Tode wahrgenommenen Erscheinungen, die Nachweisung der Identität derselben im Leben und nach dem Tode bei ihrer Gleichartigkeit oder bedingten Verschiedenheit im Anblicke, das Constatiren neuer Symptome, die Unterscheidung physiologischer Zustände und pathologischer Veränderungen; eine Aufgabe, die nur durch ein unermüdliches und vorurtheilsfreies Beobachten am Lebenden wie Todten, durch ein stetes Vergleichen beider Befunde, vorzugsweise aber durch die Untersuchungen ein



Digitized by Google

und desselben Auges während des Lebens und nach dem Tode in der Art gelöst werden kann, dass die sich ergebenden Resultate in Zukunft eine sichere Basis für die Würdigung und Erkenntniss der noch so wenig gekannten Krankheitsvorgänge der tieferen Augengebilde abgeben können.

---

Bei dem Versuche, die Abbildungen materieller Veränderungen im Innern des lebenden Auges mit noch grösserer Sorgfalt herzustellen, als in meiner ersten Veröffentlichung, fühlte ich auch das Bedürfniss, als Basis zur Beurtheilung der wiedergegebenen Abweichungen vom normalen Zustande, den Grund eines gesunden Auges, wie er sich mir durch den Augenspiegel angesehen darstellt, möglichst genau wiederzugeben, und so führte ich die Zeichnung auf Tafel I nach einem Vorbilde aus, welches ich hierzu für besonders geeignet hielt.

Die übrigen beigefügten wie noch nachfolgenden Abbildungen betreffen die verschiedenen materiellen Veränderungen, die ich an den inneren Gebilden des Auges mit dem Spiegel beobachtete, und deren Beschreibung, mit Angabe der betreffenden Krankheitsgeschichte, und der sie begleitenden örtlichen wie allgemeinen Erscheinungen, in besonderen Heften veröffentlicht werden, die dem Formate und sonstiger Ausstattung nach, den Abbildungen entsprechen.

Dieser Text nebst den Abbildungen soll ein Material liefern, welches unabhängig von den hier ausgesprochenen Ansichten über die Bedeutung der aufgezeichneten Erscheinungen, und über das Wesen der selbe bedingenden Processe, auch für alle Folge benützt werden kann.

In den unmittelbar nachfolgenden Blättern dagegen, welche ebenfalls heftweise vervollständiget werden sollen, erlaube ich mir, meine dermaligen Ansichten, als Resultat meiner bisherigen Beobachtungen, mitzutheilen, und in dieser Beziehung das gelieferte Material zu benützen.

Ich fühle mich hierbei veranlasst, meinem, durch sein Wissen wie durch seine literarischen Arbeiten ausgezeichneten Freunde Dr. E. Seitz, für die seit längerer Zeit bei wissenschaftlichen Forschungen mir geleistete Unterstützung, meinen herzlichsten Dank öffentlich auszusprechen.

---

Digitized by Google

## Über den Augengrund im physiologischen Zustande.

Der Grund eines gesunden Auges, bei einer hellleuchtenden doppelzügigen Öllampe mit einem mässig lichtstarken Augenspiegel betrachtet, erscheint im Allgemeinen, mit Ausnahme der hellen, gelblichweissen Eintrittsstelle des Sehnerven, in ziemlich gleichförmig gelbrother Farbe, deren Lichtintensität, gegen den Äquatorialkreis des Auges zu, allmählich abnimmt; bei sehr genauer Einstellung des beobachtenden Auges dagegen zeigt diese gelbrothe Farbe ein sehr zartes feines Korn (ist fein granulirt), und bei einer schwächeren, weniger dunkel gefärbten inneren Pigmentschichte der Chorioidea öfters eine lichtere, unregelmässig centrale Streifung, wobei häufig der Augengrund im Bereiche der Macula lutea etwas dunkler erscheint.

Diese gelbrothe Farbe des Augengrundes wird vorzugsweise durch die innere continuirliche Pigmentschichte (sechsseitiger Zellen) der Chorioidea hervorgerufen, während die Gefässe des Augengrundes, die Medien des Auges und das zur Beleuchtung verwendete Licht, nur geringen Einfluss auf sie ausüben.

Hierfür spricht, dass überall im Augengrunde diese Farbe sich zeigt, wo diese Pigmentschichte im normalen Grade vorhanden ist; dass an Stellen, wo dieses Pigment mehr angehäuft ist, wie z. B. öfters in der nächsten Umgebung des Sehnervenquerschnittes, die Farbe bedeutend dunkler wird; dass ferner bei einer weniger stark entwickelten Pigmentlage oder einer lichteren Farbe derselben nicht nur die Farbe des Augengrundes sich entsprechend verändert, sondern auch in demselben Andeutungen der unterliegenden Chorioidealgefässe und ihrer Zwischenräume hervortreten; dass endlich an jenen Stellen, wo diese Pigmentschichte vollkommen mangelt, auch die gelbrothe Färbung des Augengrundes verschwindet, und die tiefer gelegenen Theile (die stärkeren Chorioidealgefässe, und zwischen ihnen das Stromapigment der Chorioidea, oder bei dessen Mangel die Sclerotica) in ihrer eigenthümlichen Farbe sichtbar werden.



Digitized by Google

Hierfür spricht endlich der Mangel an Einfluss des so sehr verschiedenen Pigmentgehaltes des Stromas der Chorioidea auf die Färbung des Augengrundes; untersucht man pigmentarme oder pigmentreiche, blaue, hell- oder dunkelbraune Augen mit dem Augenspiegel, so bleibt die gelbrothe Farbe des Augengrundes stets nahezu dieselbe.

Mit dieser Ansicht steht auch der Befund am Cadaver-Auge vollkommen im Einklange. Die innere, einfache und continuirliche Pigmentschichte sechsseitiger Zellen, welche zwischen Retina und Chorioidea eingeschoben, mit letzterer nur wenig fest zusammenhängt, wird beinahe immer in gleichem Grade der Entwickelung angetroffen, sie zeigt nur geringe Abweichungen bei pigmentarmen wie reichen, bei licht- wie dunkel pigmentirten Augen; ihre Färbung ist verhältnissmässig nur geringen Schwankungen ausgesetzt, und erscheint bei gewöhnlicher Tageshelle wohl mehr oder weniger dunkel rothbraun, bei auffallendem concentrirtem Tages- oder Lampenlichte (mittelst Concavspiegel oder Convexglas) aber licht (gelblich) rothbraun. Diese Pigmentschichte deckt ferner, wenn sie noch in normaler Ausbreitung vorhanden ist, und nicht schon durch Maceration gelitten hat (wovon man sich bei sehr frischen Cadaver-Augen überzeugen kann), die unterliegenden stärkeren Chorioidealgefässe und das Stromapigment so vollständig, dass auch bei concentrirt auffallendem Lichte dieselben in ihrer Lagerung nicht erkannt, so wie ihre oft differirende Färbung nicht wahrgenommen werden kann; während hingegen, wenn diese innere Pigmentschichte entfernt wird, die Gefässe und das Stromapigment in Form und Farbe vollkommen deutlich sichtbar werden.

Das zwischen den Chorioidealgefässen und zwischen ihnen und der Sclerotica eingebettete, in Faserzellen eingeschlossene Pigment dagegen, welches dem eigentlichen Stroma der Chorioidea angehört, tritt äusserst verschieden, sowohl seiner Mächtigkeit wie Farbe nach auf; oft ist es so stark entwickelt und so dunkel gefärbt, dass es, die Chorioidealgefässe grössten Theils deckend, der Gefässhaut eine dunkelbraune, beinahe schwärzliche Farbe verleiht; öfters jedoch ist es so licht gefärbt und so sparsam vorhanden, dass die Chorioidealgefässe in ihrer eigenthümlichen Farbe vollkommen deutlich und scharf begrenzt hervortreten, und nur ihre Zwischenräume gelblichbraun gefärbt sind, ja dass es mit Sicherheit nur unter dem

Digitized by Google

Mikroskope nachgewiesen werden kann und die Chorioidea, ähnlich gefärbt wie bei Albinos, zwischen den Gefässen hindurch die Sclerotica wahrnehmen lässt.

Das Capillargefäss-System der Retina oder Chorioidea kann die gelbrothe Farbe des Augengrundes nicht erzeugen, da sonst auch bei bestehendem Pigmentmangel, wie in Folge von Pigmentmaceration, oder bei den Albinos, wo beide Capillargefäss-Systeme vorhanden sind, nicht diese Färbung verschwinden, und die stärkeren Chorioidealgefässe und ihre Zwischenräume in der ihnen eigenthümlichen, oft so sehr verschiedenen Farbe sichtbar werden könnten.

Die normale Färbung des Augengrundes kann aber auch nicht der stärkeren Chorioidealgefässlage zugeschrieben werden, weil sonst bei mässig stark pigmentirten Augen (wenn auch die innere continuirliche Pigmentschichte vollkommen gleichförmig vorhanden ist), ob dem häufig bedeutenden Abstande der einzelnen Gefässe unter sich, und der Zwischenlage zusammenhängender Pigmentmassen, der Augengrund bedeutend gefleckt erscheinen müsste, und weil sonst überhaupt, wie schon früher bemerkt, die grosse Verschiedenheit der Farbe und Mächtigkeit des Stromapigmentes, der zufolge die ihres inneren Pigmentes beraubte Chorioidea bald dunkelbraun, bald gleichförmig röthlich, bald mit orangegelben Gefässen und hellen, lichtgelben Zwischenräumen erscheint, einen wesentlichen Einfluss auf die Färbung des Augengrundes ausüben müsste, was die Untersuchungen an lebenden wie Cadaver-Augen keinesweges bestätigen.

Wir sehen somit im normalen Auge die innere continuirliche Chorioidealpigmentschichte als Hauptreflector des zur künstlichen Beleuchtung verwendeten Lichtes, als die Grenzscheide für den forschenden Blick uns entgegentreten, während dagegen bei Verminderung oder gänzlichem Mangel dieser Schichte, das Licht theil- oder vorzugsweise von den grösseren Chorioidealgefässen und dem zwischengelagerten Stromapigmente, so wie bei Verminderung oder Mangel auch dieses Pigmentes, von den grösseren Chorioidealgefässen und zwischen denselben von der Sclerotica reflectirt wird.

Das feine Korn (leicht granulirte Ansehen) der gelbrothen Farbe im normalen Augengrunde entspricht der eigenthümlichen Anordnung des Pigmentes und der Zellen in der inneren Chorioidealpigmentschichte, so wie (bei deren schwächeren Entwickelung) die

Digitized by Google

unregelmässige centrale Streifung dem unterliegenden Stratum der Chorioidea.

Die etwas dunklere Färbung des Augengrundes im Bereiche der Macula lutea wird bei normaler innerer Chorioidealpigmentschichte durch das Eintreten des hellen Cornearefiexes in die Sehrichtung hervorgerufen, und ist daher nur eine scheinbare, die auch sodann bei seitlicher Betrachtung der Macula lutea vollkommen verschwindet; bei schwächerer Entwickelung der inneren Pigmentschichte jedoch macht sich hierbei auch das im Bereiche und der nächsten Umgebung der Macula lutea gewöhnlich stärker angesammelte Stromapigment der Chorioidea geltend, und die dunklere Färbung zeigt sich dann ebenfalls bei seitlicher Ansicht.

---

Die Eintrittsstelle des Sehnerven im Augengrunde, der Sehnervenquerschnitt, erscheint mehr oder weniger gleichförmig hell weissgelb oder schmutziggelb, oft leicht graulich gelb gefärbt, mit oder ohne Beimischung einer zarten graulichen, auch bläulichen, länglich punktförmigen, streifigen oder wolkenartigen Fleckung, wobei seine Lichtintensität mitunter in der Peripherie, häufiger in seinem centralen Theile, besonders zwischen den hervortretenden Gefässen derart zunimmt, dass er daselbst zu glänzen, zu leuchten scheint.

Die hochgradige Diaphanität der ihrer bindegewebigen Hüllen beraubten Nervenröhren des Opticus erlaubt dem Blicke des Beobachters, tief in denselben, bis zur Ebene der inneren Scleroticalfläche und theilweise über diese hineinzudringen, wobei das fleckige Ansehen des Sehnerven dadurch erzeugt wird, dass das innere Neurilem desselben, in der inneren Ebene der Sclerotica als siebförmig durchbrochene Lamelle *(lamina cribrosa)* endigend, bedeutend mehr Licht reflectirt, und daher glänzender und weisslicher erscheint, während in den Zwischenräumen der Lamina cribrosa die Nervenröhren ein tieferes Eindringen der Lichtstrahlen gestatten, und der Beobachter, in der Richtung ihrer Längenachse sehend, sie im Querschnitte als rundliche graue oder bläuliche, oder bei ihrem schrägen Verlaufe zur Sehachse, als längliche Flecken erblickt.

Diese Fleckung des Sehnerven ist, die Lagerung der Nervenröhren entsprechend, in seinem Centrum und in der Richtung gegen die Macula lutea zu gewöhnlich deutlicher und mehr abgegrenzt

Digitized by Google

wahrzunehmen, verschwimmt aber und wird undeutlicher vom Centrum gegen die Nasenseite hin, und mangelt beinahe stets in seiner Peripherie.

Die Abgrenzung der Farbe des Sehnervenquerschnittes gegen den übrigen Augengrund ist häufig ziemlich regelmässig und scharf ausgeprägt, ähnlich der Abbildung auf Taf. I, ja selbst durch grössere Ansammlung von Pigment in Form röthlichbrauner bis schwarzer Flecke und Streifen markirt, nicht selten jedoch zeigt sich in der nächsten Umgebung des Sehnervenquerschnittes ein erheblicher Pigmentmangel der Chorioidea, wodurch der Augengrund, daselbst mehr gelblich gefärbt, sodann allmählich oder absatzweise in die eigenthümliche gelbrothe Farbe übergeht.

Die Form des Sehnervenquerschnittes ist oft eine rundliche, häufiger eine ovale mit senkrecht, in einzelnen Fällen horizontal gestellter Längenachse, oft auch eine leicht unregelmässige, mit beträchtlichen Unterschieden der Durchmesser; so ergaben die Messungen an 50 Cadaver-Augen Erwachsener als Durchschnittszahl für den horizontalen Durchmesser des Sehnervenquerschnittes 0·6 Wiener Decimal-Linien (1·58 m. m.), wobei der geringste 0·49 D. L. und der grösste 0·8 betrug, für den verticalen Durchmesser im Mitteldurchschnitt 0·63 D. L. (1·65 m. m.) mit dem kleinsten von 0·49 D. L. und dem grössten von 0·95 D. L.

Von einer erheblichen Hervorragung des eintretenden Sehnerven über das Niveau der Retina (wesshalb man auch diese Stelle die Papilla nervi optici nannte), oder einer anderen constanten eigenthümlichen Krümmung der Oberfläche desselben konnte ich mich bisher weder durch die Untersuchungen an Lebenden noch an Leichen überzeugen, und glaube daher letztere, in Rücksicht der durch den Augenspiegel bewerkstelligten Vergrösserung, ohne bedeutenden Fehler als in gleicher Ebene mit der Retina streichend annehmen zu können. In einzelnen Fällen meine ich selbst eine leichte Einsenkung im Centrum des Sehnervenquerschnittes wahrgenommen zu haben.

Die Grösse des Sehnervenquerschnittes steht nicht immer im entsprechenden Verhältnisse zu den übrigen Dimensionen des Auges; so fand ich den grössten Sehnervenquerschnitt bei einem normal mittelgrossen Auge; das grösste bisher gemessene Cadaver-Auge, mit einer Längenachse von 12·0 D. L. einem horizontalen Quer-

Digitized by Google

durchmesser von 11·6 D. L. und einem verticalen von 12·0 D. L. besass einen Sehnervenquerschnitt, der in horizontaler Richtung 0·75 D. L. und in senkrechter 0·7 D. L. mass; dagegen wies das kleinste Auge eines Erwachsenen eine Längenachse von 8·2 D. L. einen horizontalen Querdurchmesser von 8·0 D. L. und einen verticalen von 7·9 D. L. aus, wobei der horizontale Durchmesser des Sehnervenquerschnittes 0·55 und der senkrechte 0·49 D. L. betrug.

---

Die Retina kann im normalen Zustande ob ihrer beträchtlichen, glasartigen Durchsichtigkeit nicht mit Sicherheit wahrgenommen, dagegen ihre Lagerung durch die in ihr sich verzweigenden arteriellen und venösen Gefässe mit voller Bestimmtheit erkannt werden.

Es ist unleugbar, dass die Retina eben so wie die übrigen Begrenzungsflächen der durchsichtigen Medien des Auges Licht reflectirt, doch ist dieses im Vergleiche zu dem von den tieferen Schichten zurückgeworfenen Lichte so gering, dass es unter dem Einflusse dieses Letzteren im Auge des Beobachters keine selbstständige Wahrnehmung hervorzurufen im Stande ist.

Man erkennt bei richtiger Einstellung des beobachtenden Auges auf dem Grunde eines normalen Auges die gelbrothe Färbung desselben als hinter dem Niveau der Retinalgefässe gelagert, und dabei so klar und deutlich ausgeprägt, bei dem Mangel der verschiedenen Pigmentschichten dagegen die Chorioidealgefässe, das Stromapigment, oder die in die Chorioidea eingebetteten Exsudate und Extravasate so hell, rein und scharf gezeichnet und begrenzt (wie ein Gemälde unter einer reinen Glasfläche), dass der Retina unmöglich ein erheblicher Grad von Spiegelung, Färbung oder Trübung, sondern vielmehr eine jenem Glase ähnliche Durchsichtigkeit zugeschrieben werden muss, wobei die Retinalgefässe, wie auf Glas gezeichnet, im freien Raume (in der Luft) ausgebreitet erscheinen.

Diese Gefässe treten als Arteria und Vena centralis nervi optici aus der Tiefe desselben und zwar im oder nahe dem Centrum des Sehnervenquerschnittes, überwiegend von diesem gegen die Nasenseite zu, an seine innere Oberfläche hervor, biegen sich, in grössere und kleinere Stämme zerfallend, wie feine Ästchen abgebend, winkelig oder bogenförmig in die Ebene des Sehnervenquerschnittes um, laufen radienförmig auseinanderweichend in die Retina über,

Digitized by Google

und bilden daselbst eine äusserst charakteristische Gefässverzweigung, welche hierdurch, so wie im Gegensatze zu den eigenthümlichen Gefässverschlingungen der Chorioidea (wo sie sichtbar sind) einen sicheren Anhaltspunkt bei der Beurtheilung des Sitzes und der Verbreitung materieller Veränderungen im Grunde des Auges und ihrer gegenseitigen Abstände abgibt.

Die Verzweigung der Arteria und Vena centralis beginnt an sehr verschiedenen Stellen, und zwar an der Vena centralis überwiegend bei ihrem Durchtritte durch den Scleroticalring oder noch ausserhalb des Bulbus, an der Arteria centralis häufiger erst innerhalb des Scleroticalringes, im Hervortreten gegen die innere Oberfläche des Sehnerven, oder selbst nach ihrer Umbeugung in die Ebene des Sehnervenquerschnittes, so dass in einzelnen Fällen der ungetheilte Stamm die eine Hälfte des Sehnervenquerschnittes durchzieht, und sich erst an dessen Rande verzweigt.

Da man, wie früher bemerkt, tief in das innere Ende des Sehnerven hineinsehen kann, so nimmt man noch das Ende der zwei Centralstämme und ihre Theilung wahr, oder man sieht mehrere isolirte arterielle wie venöse Gefässstämme (zweiter Ordnung) aus der Tiefe des Sehnerven hervortreten, und zwar gewöhnlich in einem geringen Abstande von einander, oder auch an entgegengesetzten Stellen des Sehnervenquerschnittes (siehe die Venen-Tafel VII) nahe an dessen Rande, ja selbst ausserhalb seines Bereiches, wie z. B. in dem auf Tafel I gezeichneten Falle, wo ein schwacher Arterienstamm (im Bilde vom Sehnervenquerschnitte nach rechts und oben) in der Retina zu entspringen scheint.

Strebt ein Gefässstamm in schräger Richtung zur Sehachse des Beobachters an die Oberfläche des Sehnerven hervor, so kann der in die Tiefe des Sehnerven hineinreichende Theil desselben leicht verfolgt werden; hierbei zeigt das Gefäss nahe der Oberfläche des Sehnerven die gleiche Farbe und Bestimmtheit der Contouren, wie in seinem weiteren Verlaufe gegen und in der Retina; wird hingegen, je tiefer es sich im Sehnerven befindet, undeutlicher, seine Farbe lichter und entschwindet endlich dem Gesichtssinne wie im Nebel. Verläuft jedoch der Gefässstamm aus der Tiefe des Sehnerven gegen seine Oberfläche nahezu in der Richtung der Sehachse des Beobachters, und beugt er sich hierauf ziemlich rasch in die Ebene des Sehnervenquerschnittes über, so kann der tiefer gelagerte Theil

Digitized by Google

nicht gesehen werden, und der in der Querschnittsebene verlaufende Theil erscheint gleich im Beginne scharf gezeichnet, und daselbst dunkler gefärbt als im übrigen Verlaufe, ja selbst knopfartig ausgedehnt, da man daselbst in den hervortretenden Gefässstamm nach seiner Längenachse hineinsieht. So gewährt ein unter gleichen Verhältnissen an die Oberfläche hervortretender und an der Stelle seiner Umbeugung gleichzeitig sich theilender Stamm den Anblick, als ob ein Gefäss ohne Ursprung von einem Theile der Retina zu dem anderen die Eintrittsstelle des Sehnerven quer durchziehen würde, wobei sich die Theilungsstelle, und somit der Hauptstamm, nur durch eine dunklere Färbung, bei gleichem oder nur wenig vermehrtem Volumen des Gefässes kund gibt. (Siehe Tafel IV.)

Der Übertritt der Gefässe aus dem Sehnerven in die Retina zeigt nichts Eigenthümliches; in der Retina selbst verzweigen sie sich sodann bei einem mässig geschlängelten Verlaufe, entweder sich einfach theilend, oder kleine Äste abgebend, ziemlich regelmässig über den ganzen Augengrund, wobei in den ersten Verzweigungen gewöhnlich entsprechende Arterien- und Venenstämme sich begleiten, und bei ihrer häufigen Kreuzung die Arterien grossentheils oberflächlich gelagert sind.

Die Arterien geben sich hierbei durch einen weniger geschlängelten Verlauf, einen geringeren Querdurchmesser, durch eine lichtere hell röthliche Farbe mit bedeutend lichterer glänzender Mitte und verhältnissmässig dunkleren Contouren zu erkennen; dagegen charakterisiren sich die Venen durch ihren mehr geschlängelten Verlauf, ihren grösseren Querdurchmesser, durch ihre dunklere (zinnober- oder blutrothe) Farbe, mit weniger heller und glänzender Gefässmitte, in Folge dessen die beiden Contouren minder deutlich hervortreten.

Die lichter rothe, glänzendere Farbe der Arterien entspricht ihrem helleren Blute, so wie der stärkeren Lichtreflexion ihrer Wandungen. Die lichtere und hellere Mitte der arteriellen wie venösen Gefässe in ihrem ganzen Verlaufe (wodurch sie daselbst scheinbar durchsichtiger werden, als sähe man sie im durchfallenden Lichte, und wodurch sie an beiden Seiten einfach dunkel contourirt erscheinen), wird allein durch vermehrte Strahlenreflexion von der Oberfläche der Gefässe veranlasst, indem die auf dem Höhepunkt der Wölbung des Gefässes (in Beziehung zur Sehachse) auffallenden Strahlen

Digitized by Google

grossentheils in der Richtung der in das Auge eindringenden Strahlen reflectirt, dagegen die auf die absteigenden Theile der Wölbung des Gefässes auffallenden Strahlen überwiegend in seitlicher Richtung zurückgeworfen werden.

Die Gefässe sind in Wirklichkeit ihrer Breite nach vollkommen gleichmässig gefärbt und lassen kein Licht hindurchdringen, wofür nicht nur der bedeutende Durchmesser derselben, die hellere Mitte und dunkleren Contouren der stärkeren Stämme, und der weniger ausgeprägte Unterschied an den schwächeren Stämmen spricht, sondern was sich schon daraus ergibt, dass die Gefässe auch da, wo sie senkrecht auf die Sehachse des Beobachters verlaufen, eine helle Mitte ausweisen, dieselbe aber verlieren, wenn sie in schräger Richtung zu jener gestellt sind; dass ferner die lichtere Arterie, wenn sie über die dunklere Vene hinüber läuft, an der Kreuzungsstelle die gleiche Färbung und helle Mitte zeigt, wie da, wo sie über dem hellen Augengrunde gelagert ist; dass ferner die helle Mitte bei leichten Schwankungen des Augenspiegels sich ebensfalls seitlich verschiebt, und bei veränderter Beleuchtungsart, wie bei Spiegeln mit sehr kurzer Brennweite, vollkommen verschwindet.

Die Verästelung der Retinalgefässe kann bis zu einer grossen Feinheit derselben verfolgt werden, weiter bei den dunkleren Venen; die kleineren Zweigchen jedoch verschwinden auf dem gelbrothen Augengrunde, tretten dagegen bei Mangel des Chorioidealpigmentes, wie auf untergelagerten lichten Exsudatschichten deutlich sichtbar hervor, was leicht zu der irrigen Annahme einer anomalen Gefässentwickelung verleiten könnte; so sieht man häufig solche feine Zweigchen im gelbweissen Sehnervenquerschnitte der Macula lutea zustreben, und an der Grenze des Chorioidealpigmentes verschwinden, als endigten sie hierselbst, während sie bei dem Schwunde desselben, wie beim Glaucome, Staphyloma posticum etc. weiterhin verfolgt werden können.

Die eigentlichen Capillaren der Retinalgefässe, welche ein mässig weites Maschennetz bilden, können natürlicher Weise bei der durch den Augenspiegel erzielbaren Vergrösserung im gesunden Auge nicht erkannt, dagegen vielleicht bei abnormer Gefässentwickelung (siehe in den folgenden Heften: über Retinitis) in ihrer Gesammtheit durch vermehrte Röthung im Augengrunde wahrgenommen werden.

Digitized by Google

Die Verzweigungsart der Retinalgefässe ist nahezu constant ein und dieselbe. Gewöhnlich verlaufen von der Mitte des Sehnervenquerschnittes aus zwei der grössten Arterien- und Venenstämme gerade nach aufwärts, und eben so viele nach abwärts, und versorgen sonach die entsprechend entgegengesetzten Partien der Retina; schwächere Gefässe in ungleicher Zahl ziehen nach dem inneren Theile des Augengrundes, der Nasenseite zu; die kleinsten Äste treten vom Sehnerven gegen die Macula lutea zu in die Retina über. Von den gerade nach auf- und abwärts strebenden stärksten Gefässen wenden sich gemeiniglich die der Macula lutea zunächst gelegenen Arterien und Venen in geringer Entfernung vom Sehnervenquerschnitte bogenförmig nach aussen und umkreisen in mässigem Abstande den hinteren Pol des Auges, wobei ihre demselben zustrebenden Zweige bei ihrer häufigen Theilung so rasch an Durchmesser abnehmen, dass sie bald dem Gesichte entschwinden, und an der Stelle der Macula lutea kein Gefäss wahrgenommen werden kann.

Die Macula lutea, die Stelle des directen Sehens, befindet sich, je nach der Grösse des Sehnervenquerschnittes 2 bis 3 Mal den Durchmesser desselben gerechnet (vom Centrum zum Centrum) von diesem nach aussen zu entfernt, und ist häufig in horizontaler Richtung etwas tiefer gestellt als der Sehnervenquerschnitt. Als Durchschnittszahl bei 50 Messungen an Cadaver-Augen, ergaben sich für die Entfernung des Centrums der Macula lutea von der Austrittsstelle der Gefässe im Sehnervenquerschnitte 1·82 Decimal-Linien (4·79 m. m.), während der geringste Abstand 1·55 D. L. und der grösste 2·16 D. L. betrug.

Die Messungen der Durchmesser der Macula lutea haben bis jetzt noch kein genügend sicheres Resultat geliefert, da sie mit vielseitigen Schwierigkeiten verknüpft sind. Die gelb gefärbte Stelle der Retina in Cadaver-Augen, welche das sogenannte Foramen centrale der Macula lutea ziemlich gleichförmig umgibt, hat eine rundliche oder häufiger ovale Form mit horizontal gestellter Längenaxe; ihre Farbe, um das Foramen centrale am stärksten entwickelt, vermindert sich in peripherischer Richtung und verschwindet gewöhnlich so allmählich, dass nur selten einigermassen deutliche Grenzen aufgefunden werden können. Nach meinen bisherigen Messungen könnte man als Durchschnittszahl für den horizontalen Durchmesser dieser gelb gefärbten Stelle 0·55 D. L. (1·44 m. m.) annehmen,

Digitized by Google

wobei der geringste beobachtete 0·33 D. L. und der grösste 1·54 D. L. betrug; für den verticalen Durchmesser dagegen 0·5 D. L. (1·31 m. m.), mit dem geringsten von 0·35 und dem grössten von 1·52 D. L. Bei der beobachteten kleinsten gelben Färbung war der grössere Durchmesser derselben mit 0·35 vertical, der geringere mit 0·33 horizontal gestellt.

Das in Cadaver-Augen in Folge von Maceration entstandene Loch in der Retina, an der Stelle des sogenannten Foramen centrale (der ungefärbten verdünnten und der Körnerschichte entbehrenden Mitte der Macula lutea) zeigt häufig die Form eines Dreieckes, dessen kürzere und regelmässigere Seiten gewöhnlich nahezu einen rechten Winkel bilden, welcher meistens dem Sehnervenquerschnitte zugewendet ist; die dritte Seite dagegen (die Hypotenuse) ist gewöhnlich vollkommen unregelmässig gestaltet. Der horizontale Durchmesser dieses Loches (das Perpendikel vom rechten Winkel auf die Hypotenuse) mass im Durchschnitte 0·2 D. L., der verticale Durchmesser (die Entfernung beider spitzer Winkel, die Hypotenuse) 0·25 D. L.

Im Bereiche der Macula lutea habe ich bei meinen bisherigen Untersuchungen mit dem Augenspiegel an Lebenden im physiologischen Zustande (ausgenommen den scheinbaren Mangel von Gefässen) keinerlei Abweichungen der Retina von ihren übrigen Theilen, weder dem Grade ihrer Durchsichtigkeit, der Farbe, noch ihrer Lage nach erkennen können. Die scheinbare dunklere Färbung dieser Stelle wird, wie schon früher bemerkt, durch die Vorlagerung des Cornea-Reflexes, sowie in einzelnen Fällen durch das hierselbst häufig vermehrt angesammelte Stromapigment der Chorioidea veranlasst.

---

Die Chorioidea wird im physiologischen Zustande in ihrer Lagerung und Ausbreitung durch die gelbrothe Färbung des Augengrundes, welche ihrer inneren continuirlichen Pigmentschichte (sechsseitiger Zellen) angehört, leicht und mit voller Bestimmtheit erkannt, dagegen ihre Gefässschichten mit dem Stromapigment, gedeckt durch obiges Pigment, nicht wahrgenommen; es ist somit im normalen Auge von der Chorioidea eigentlich nur ihre innere Pigmentschichte sichtbar; zeigt sich hingegen die Continuität dieser Pigmentschichte

Digitized by Google

an irgend einer Stelle gestört oder lückenhaft, oder fehlt sie gänzlich, so treten die stärkeren Chorioidealgefässe, welche vorzüglich ihrer äusseren Gefässschichte angehören, und ihre Zwischenräume mit dem mehr oder weniger mächtig eingelagerten Stromapigment, oder bei dessen Mangel die innere Fläche der Sclerotica verschieden deutlich hervor.

Die in solcher Weise sichtbar gewordenen, deutlich und scharf begrenzten Chorioidealgefässe besitzen eine orangegelbe Farbe, die jedoch, je nach der Farbe und Mächtigkeit des zwischen- und auch übergelagerten Stromapigmentes in eine gelbrothe bis zinnoberrothe, oder in Folge von Contrastwirkung und Überdeckung von durchscheinenden Exsudaten, in eine hellgelbe Färbung übergehen kann.

Diese Gefässe (siehe Tafel VIII, IX u. X) charakterisiren sich durch ihre Lagerung hinter den Retinalgefässen, ihren dichten peripherischen Gefässzug, eigenthümlich geschlängelten Verlauf, ihre häufige Theilung und Anastomosirung, vielseitige Verschlingung und gegenseitige Deckung, ihre die Retinalgefässe gewöhnlich überwiegende Breite, sowie durch den Mangel an stärkerem Lichtreflexe in ihrer Mitte und entsprechenden dunkleren Contouren, wodurch sie das Ansehen bandartiger Streifen gewinnen.

Dieser Mangel eines stärkeren Reflexes an ihrer Gefässmitte dürfte von der stärkeren Lichtzerstreuung der Membrana choriocapillaris, sowie des Stroma's der Chorioidea, in welches sie eingebettet sind, veranlasst werden.

Die die äussere Gefässschichte der Chorioidea als Arteriae und Venae ciliares posteriores breves constituirenden Gefässe können in ihrem Verlaufe allseitig verfolgt, ja selbst mitunter in ihrem Ursprunge erkannt werden; so prägen sich die von der Sclerotica auf kürzestem Wege eintretenden Arterien, da sie im Querschnitte gesehen werden, als rundliche Centralpunkte gabel- oder quirlförmig sich theilender und auseinander laufender Gefässe (siehe z. B. die Gefässvereinigung an Stelle der Macula lutea in Tafel V) aus; so zeigen sich gegen den Äquatorialkreis des Auges zu die Venae vorticosae in ihrem etwas mehr gestreckten Verlaufe, wobei sich, durch eine reihenartig hinter einander gelagerte Vereinigung vieler einzelner Gefässe, schnell anwachsende Stämme, die bekannten Venensterne oder Wirbel bilden.

Digitized by Google

Von der inneren Gefässschichte der Chorioidea, der sogenannten Membrana Ruyschiana oder choriocapillaris wird das Capillarnetz eben so wenig wie bei der Retina gesehen, dagegen öfters die aus der tieferen Gefässschichte in sie übertretenden Äste und daselbst sich ausbreitenden Zweigchen wahrgenommen (siehe Tafel VII), welche sich hierbei gemeiniglich durch ihre mehr oberflächliche Lage, ihren geringeren und gleichförmigeren Durchmesser, ihren isolirten, unregelmässigen, stark geschlängelten oder bogenförmig gekrümmten Verlauf, durch den Mangel an Anastomosen, und ihre den Retinalgefässen mehr ähnliche Theilung charakterisiren, von welchen letzteren sie jedoch leicht durch ihre Lagerung, Verbreitung, lichtere Farbe und den Mangel des Reflexes an ihrer Gefässmitte unterschieden werden.

Das Stromapigment der Chorioidea, in Faserzellen eingeschlossen, zeigt, wie schon früher bemerkt, eine sehr grosse Verschiedenheit seiner Mächtigkeit wie Farbe; häufig blos in den Zwischenräumen der äusseren Gefässschichte angesammelt, scheint es zuweilen, bei normaler Ausbildung der inneren continuirlichen Chorioidealpigmentschichte, fast gänzlich zu mangeln; dagegen tritt es oft so massenhaft auf, dass es nicht nur die Zwischenräume der äusseren Gefässschichte vollkommen ausfüllt und die äussere, der Sclerotica zugewendete Seite derselben überzieht, sondern dass sie auch die innere Fläche dieser Gefässe deckt, und diese mehr oder weniger undeutlich, ja unkenntlich macht.

Eine ungleichförmige Ansammlung des Stromapigmentes scheint in den peripherischen Theilen des Augengrundes ein und desselben Auges seltener vorzukommen, hingegen an der Stelle und in der nächsten Umgebung der Macula lutea häufig unter grösserer Mächtigkeit und dunklerer Färbung aufzutreten. Bei dem normalen Verhalten der inneren Chorioidealpigmentschichte ist diese Ungleichmässigkeit des Stromapigmentes wohl nicht wahrzunehmen, dagegen bei Verminderung oder Mangel jener Pigmentschichte oft so auffallend, dass man leicht verleitet werden könnte, derselben einen pathologischen Werth beizulegen.

Die Farbe des Stromapigmentes erscheint unter der Beleuchtung mit dem Augenspiegel bei mässigem Auftreten lichtgelb oder röthlichgelb, und zeigt bei stärkerer Entwickelung eine gelbrothe bis dunkelbraunrothe Färbung.

Digitized by Google

Die innere continuirliche, durch ihre hellgelbrothe Farbe erkennbare Pigmentschichte, die im Allgemeinen bei Erwachsenen nur geringe Verschiedenheiten darzubieten und nur sehr selten vollkommen zu mangeln scheint, zeigt bei Kindern häufig eine grössere Helligkeit und Durchsichtigkeit, so dass bei ihnen die Chorioidealgefässschichte hindurch schimmert.

Der Mangel dieser Pigmentschichte gewährt, je nachdem er mit gleichzeitigem Mangel des Pigmentes in den übrigen Theilen des Auges verbunden ist, oder das Pigment der letzteren sich normal verhält, beträchtliche Unterschiede im Ansehen, sowohl bei der Untersuchung des Auges im Tageslichte, wie mit dem Augenspiegel. Fehlt alles Pigment im Auge, so sind die bekannten Erscheinungen eines albinotischen Auges gegeben; mangelt die innere Pigmentschichte allein, und ist das übrige Pigment in der Chorioidea, an den Processus ciliares und der Iris allseitig und in gewöhnlicher Reichlichkeit vorhanden, so lässt sich im Tageslichte an dem Auge keine Abweichung vom normalen Zustande erkennen, und es zeigt sich nur unter dem Augenspiegel je nach der besonderen Mächtigkeit des Stromapigmentes ein verschiedenes Ansehen des Augengrundes, wie im nächsten Abschnitte „Über Pigmentmaceration" näher erörtert werden wird.

Ist bei dem Fehlen der inneren Pigmentschichte dagegen das Pigment in der Iris und an den Processus ciliares mässig stark entwickelt, aber in dem Stroma der Chorioidea nur in geringer Menge oder gar nicht vorhanden, wie ich bisher in zwei Fällen zu beobachten Gelegenheit hatte, so erscheint das Auge im Tageslichte normal gefärbt, die Pupille jedoch weniger saturirt schwarz, heller, selbst röthlich gefärbt, unter dem Spiegel aber der Augengrund vollkommen wie bei einem Albino.

Digitized by Google

# Über Pigmentmaceration.

Die Pigmentmaceration des normalen Chorioidealpigmentes ist eine der häufigsten und auffallendsten Erscheinungen, welche man bei der Untersuchung des Augengrundes mit dem Augenspiegel als Folge pathologischer Processe wahrzunehmen Gelegenheit hat, und charakterisirt sich entweder als stellenweise oder ausgebreitete Pigmentverminderung, Pigmentschwund, oder als einfache Pigmentverschiebung.

Der Pigmentschwund, dem nothwendiger Weise eine Lösung der Pigmentschichte und ein Zugrundegehen der Pigmentzellen vorausgehen muss, charakterisirt sich durch eine unregelmässige oder scharf begrenzte, locale oder verbreitete Verminderung oder Mangel des Pigmentes an einer Stelle des Augengrundes, unter Veränderung der normalen Färbung desselben und dem Sichtbarwerden anderweitiger Gewebsschichten oder Theile, sowie eingelagerter pathologischer Producte, ohne nachweisbare Anhäufung von Pigment an einer anderen Stelle. Dieser Process scheint viel häufiger vorzukommen, als man bisher angenommen oder in anderen Organen nachzuweisen Gelegenheit hatte.

Die Pigmentverschiebung dagegen gibt sich, neben localer Verminderung oder Mangel von Pigment, durch eine im Bereiche oder der nächsten Umgebung dieser Stelle auftretende isolirte Pigmentanhäufung in Form braunrother, dunkelbrauner, ja vollkommen schwarzer Streifen und Massen zu erkennen, dürfte aber grösstentheils mit gleichzeitigem oder nachfolgendem Pigmentschwunde verbunden, jedoch nicht überall da anzunehmen sein, wo stellenweiser Pigmentmangel und Anhäufung zusammen vorkommt, da offenbar an Stellen, wo Pigmentschwund (z. B. des normalen Chorioidealpigmentes) herrscht, auch Pigmentneubildung sich zeigen kann, wie insbesondere in Folge von Blutextravasaten.



Digitized by Google

Die Pigmentmaceration des normalen Chorioidealpigmentes wird vor Allem durch Exsudate und Extravasate, von der Chorioidea wie Retina aus, veranlasst, ist hierbei eines der auffallendsten, oft das einzig wahrnehmbare Symptom des Leidens dieser Organe, scheint die innere continuirliche Pigmentschichte am ersten und raschesten zu ergreifen, da sie durch ihren zarten Bau und dem geringen Zusammenhang der Zellen, wegen Mangels eines eigentlichen Stroma's, den geringsten Widerstand zu leisten vermag, und setzt natürlicher Weise stets bleibende Veränderungen.

Sie tritt oft in äusserst kurzer Zeit in geringer oder grösserer Ausdehnung, aber auch allmählich vorschreitend auf, bleibt auf einer Stufe auf einzelne Stellen beschränkt, oder entwickelt sich stätig fort.

So auffallend die durch sie erzeugten Veränderungen für das beobachtende Auge sind, so scheint sie doch an und für sich nur von untergeordneter Bedeutung für die Function des Organes zu sein, und eine selbst ausgebreitete Verminderung oder Mangel des Pigmentes, auch an der Stelle der Macula lutea, nicht nothwendiger Weise eine erhebliche Störung des Sehvermögens zu bedingen.

Beschränkte Pigmentmacerationen in den peripherischen Theilen des Augengrundes sind jedenfalls von geringerem Belange, da die durch sie veranlasste Lichtzerstreuung nur eine sehr mässige ist; aber auch in einzelnen Fällen einer weit vorgeschrittenen Maceration im Bereiche der Macula lutea waren keine Blendungserscheinungen wahrzunehmen und das Sehvermögen erwies sich vollkommen scharf und ausdauernd unter den verschiedensten Beleuchtungsintensitäten. Im Allgemeinen erhält sie jedoch als ein häufiges Symptom (oder Product) eines beträchtlichen Leidens benachbarter Organe eine hohe Bedeutung.

So häufig der Pigmentschwund auch auftreten mag, so konnte ich ihn dagegen gerade in jenen Fällen nicht nachweisen, wo er von mancher Seite als constante Erscheinung angenommen wird, d. i. im höheren Lebensalter, wo die Pupille bei der Untersuchung mit unbewaffnetem Auge weniger saturirt schwarz, der Augengrund heller gefärbt zu sein scheint, Erscheinungen, die ich vielmehr in einer stärkeren Lichtreflexion der Begrenzungsflächen der einzelnen durchsichtigen Medien und ihrer selbst, wie vorzugsweise des Linsensystemes, begründet ansehen muss, ein Thema, worüber

Digitized by Google

ich in einer der nächsten Lieferungen dieser Schrift, sowie insbesondere über den scheinbaren Staar und das spontane Auftreten und Verschwinden von wirklichen Trübungen im Linsensysteme ausführlicher zu sprechen gedenke.

Der Pigmentschwund tritt im Allgemeinen unter zweierlei Formen auf, entweder nur undeutlich begrenzt, als ein mehr ausgedehnter, selbst über den ganzen sichtbaren Augengrund verbreiteter, in welchem Falle er vorzugsweise durch eine seröse Durchfeuchtung der entsprechenden Gewebsschichten unter dem Bestehen eines geringen hyperämischen Zustandes der Chorioidea wie Retina bedingt wird, häufig sich blos auf die innere continuirliche Pigmentschichte beschränkt, und somit wegen des blossen Mangels an Pigment (ohne Zwischenlagerung einer stark Licht zerstreuenden Substanz) die tieferen Gewebsschichten erkennen lässt, — oder er zeigt sich deutlich und scharf begrenzt, local beschränkt, und ist hierbei gewöhnlich mit Pigmentverschiebung verbunden, indem er durch ein mehr zusammenhängendes, dichteres und massenhafteres Exsudat oder Extravasat veranlasst wird. Ist hierbei die Masse, welche die Pigmentmaceration erzeugte, durchsichtig oder durchscheinend und wenig gefärbt, so wird sie eben so wenig wie im vorigen Falle gesehen und lässt die unterliegenden Gewebsschichten mehr oder weniger deutlich erkennen; ist sie hingegen undurchsichtig und deutlich gefärbt, so deckt sie die ein- und untergelagerten Gewebsschichten vollkommen, man nimmt an Stelle des Pigmentmangels das Exsudat, Extravasat oder die Neubildung wahr und erkennt sie als solche durch die Art ihrer Begrenzung, Oberfläche, Farbe wie Lagerungsweise.

Bei diesen localen Pigmentmacerationen ist es jedoch nicht immer nothwendig, das pathologische Product, durch welches sie erzeugt wurden, direct wahrzunehmen, um es seiner Lagerung, Beschaffenheit wie Bedeutung nach zu erkennen, indem es bei seiner Durchsichtigkeit und dem Mangel an Farbe, wie nach seinem vollständigen Verschwinden durch die Stelle, Form und Begrenzungsart des Pigmentmangels, sowie andere secundäre Erscheinungen noch häufig als solches nachgewiesen werden kann; so lassen die citronengelb gefärbten Stellen des Pigmentmangels bei ihrer den Retinalgefässen und der Ausbreitung der Nervenfasern in der Retina entsprechenden Form und Lagerung, die apoplectischen Herde in der



Digitized by Google

Retina nach längst resorbirtem Blute erkennen, wobei der die gelbe Farbe erzeugende und gewöhnlich auf die Chorioidea aufgelagerte Faserstoff das Wahrnehmen der vom Pigmente entblössten Gewebsschichten unmöglich macht; so weist der um sich greifende, auf die innere continuirliche Schichte beschränkte Pigmentmangel mit dem Sichtbarwerden der tieferen Gewebsschichten auf seröse Exsudate, der scharf abgegrenzte Mangel, besonders des Stromapigmentes, auf dichtere Chorioidealexsudate, der ringförmige Pigmentmangel um den Sehnervenquerschnitt auf den glaukomatösen, der meist conisch vom Sehnervenquerschnitt aus sich verbreitende Pigmentmangel auf den staphylomatösen Process in der hinteren Augapfelhemisphäre hin.

---

Unter dem verschiedenen Verhalten der einzelnen Pigmentschichten, ruft die Verminderung oder der Mangel des inneren continuirlichen Chorioidealpigmentes, ohne gleichzeitiges Auftreten eines die unterliegenden Gewebsschichten deckenden Exsudates oder anderweitigen Productes, die mannigfaltigsten Färbungen und scheinbaren Veränderungen im Augengrunde hervor.

Tritt das Zerfallen dieser Pigmentschichte in grösserer Ausdehnung und nur langsam, so wie die Verminderung des Pigmentes nur allmählich auf, so werden, bei mässig stark entwickeltem Stromapigment, welches vorzugsweise in den Zwischenräumen der Chorioidealgefässe angesammelt ist, in dem sonst gleichförmig gelbroth gefärbten Augengrunde vor Allem lichter gelbröthliche bis hellgelbe Streifen, meist von grösserer Breite als die Retinalgefässe, welche ihrer Form und ihrem Verlaufe nach den stärkeren Chorioidealgefässen entsprechen, und in ihrer Mitte den stärksten Farbenunterschied nachweisen, wahrgenommen.

So unregelmässig und unentschieden im Beginne auch diese Streifen erscheinen, so gewinnen sie doch bald in ihrer Breite so wie insbesondere ihrer Länge nach; sie nähern sich gegenseitig, verbinden sich unter einander, es treten zwischen ihnen neue Streifen auf, und es entwickelt sich endlich ein dem Chorioideal-Gefässzuge ähnliches, oder auch eigenthümlich gestaltetes rothes oder hellgelbes, breites, grossmaschiges Gefässnetz, dessen Zwischenräume die Farbe des normalen Augengrundes besitzen. (Siehe Tafel V.) Die innere conti-

Digitized by Google

nuirliche Pigmentschichte, welche zuerst und am raschesten über den stärksten und am meisten hervorragenden Chorioidealgefässen zerfällt und verschwindet, lässt die vom Stromapigment wenig bedeckten Gefässe in ihrer entsprechenden Farbe hervortreten, verhindert aber durch ihre noch theilweise Überlagerung eine scharfe Begrenzung derselben, und erhält zwischen ihren ob den daselbst am wenigsten vorgeschrittenen Veränderungen die ursprüngliche Färbung des Augengrundes.

Die oft eigenthümliche, dem Chorioideal-Gefässzuge scheinbar nicht vollkommen entsprechende Verschlingung und Verbindung dieser gelben Streifen entsteht hierbei dadurch, dass der bandartige Pigmentmangel vorzugsweise den stärksten, und über die anderen am meisten hervorragenden Gefässen und Gefässtheilen folgt, und dieselben verlässt, sobald das Gefäss in die Tiefe steigt, sodann aber einem überlaufenden zweiten Stamme folgt, wodurch eine scheinbare Verbindung derselben erzeugt wird, oder dass er nur einem Theile eines sich verzweigenden Gefässes folgt, oder auch plötzlich wie abgeschnitten aufhört.

Schreitet nun diese Pigmentmaceration weiter, so treten nach und nach die Gefässe in ihrer deutlichen Begrenzung hervor, und gewinnen durch das Sichtbarwerden früher bedeckter Theile ihren natürlichen Charakter; ihre Zwischenräume dagegen verharren in ihrer ursprünglichen oder zeigen je nach dem Gehalte und der Färbung des Stromapigmentes eine wesentlich veränderte Farbe, indem bei mässigem Gehalte von Stromapigment und gleicher Färbung mit dem inneren Pigmente auch die ursprüngliche Farbe sich erhält, bei grösserem Reichthume und dunklerer Färbung aber die Zwischenräume dunkler und die Gefässe durch Contrast lichter erscheinen (siehe Tafel V, die Stelle der Macula lutea), dagegen bei sparsamem wenig gefärbtem Stromapigment die Zwischenräume heller, mehr gelblich, die Gefässe aber mehr orangegelb sich ausweisen.

Tritt diese Pigmentmaceration in ganz gleicher Weise, bei sehr stark entwickeltem und dunkel gefärbtem Stromapigment auf, welches die Chorioidealgefässe zum Theile überdeckt, so werden die ersten Veränderungen nicht so leicht erkannt, indem zwar auch hier das innere Pigment zuerst über den stärkeren Chorioidealgefässen sich theilt und verschwindet, aber das über diesen gelagerte Stromapigment denselben eine erhöhte, gelbrothe

Digitized by Google

oder röthliche Färbung ertheilt, wodurch die Gefässe nahezu in derselben Farbe erscheinen, wie der normale Augengrund, und somit eine hellere Färbung des bandartigen Pigmentmangels verhütet wird.

Die Veränderung der Färbung des Augengrundes tritt aber nun in veränderter, ganz entgegengesetzter Weise auf; da bei fortgesetzter Pigmentmaceration die Zwischenräume der Chorioidealgefässe, ob dem Sichtbarwerden des stark entwickelten und dunkleren Stromapigmentes, eine dunklere Färbung annehmen, so treten für den Beobachter als Veränderungen in der Färbung des Augengrundes zuerst diese dunkleren Zwischenräume hervor; und so kömmt es, dass man als erstes Symptom einer unter solchen Verhältnissen sich entwickelnden Pigmentmaceration eine dunklere Fleckung des übrigens scheinbar normal gefärbten Augengrundes, und zwar gewöhnlich vom Sehnervenquerschnitt in peripherischer Anordnung wahrnimmt. Diese Flecke, anfangs nur leicht angedeutet und von schwach braun- oder grauröthlicher Farbe, geringem Durchmesser und undeutlicher Begrenzung, treten um so auffallender hervor, gewinnen an ihrem Durchmesser eine um so schärfere Begrenzung und dunklere (dunkelbraunrothe, ja beinahe schwärzliche) Färbung, je weiter die Pigmentmaceration vorgeschritten ist. Hierbei könnte eine flüchtige Untersuchung, getäuscht durch das grelle Hervortreten der dunklen Flecke, gegenüber der heller rothen durchscheinenden Färbung ihrer Zwischenräume, diese Fleckung als übergelagert über die röthliche Farbe des Augengrundes ansehen, und somit in die Retina verlegen; sieht man jedoch von den übrigens charakteristisch geformten dunklen Flecken ab, und fasst man ihre helleren Zwischenräume ins Auge, so erkennt man alsogleich in letzteren den eigenthümlichen Chorioidealgefässzug, und das früher beschriebene Bild, nur mit veränderten Färbungen.

Ist in dieser Weise die ganze innere Pigmentschichte vollkommen verschwunden, so bietet der Augengrund ein äusserst nettes Bild, gleich einem injicirten mikroskopischen Präparate der stärkeren Chorioidealgefässlage dar, welches je nach dem Reichthume an Stromapigment verschieden gefärbt ist.

Bei sehr stark entwickeltem, dunklem, in den Zwischenräumen wie über die Gefässe gelagertem Stromapigment sind die Gefässe röthlich, die Zwischenräume dunkelbraunroth, selbst

Digitized by Google

schwärzlich gefärbt; bei stark entwickeltem, dunklem, vorzugsweise die Zwischenräume ausfüllendem und die Gefässe nur wenig deckendem Pigmente erscheinen die Gefässe gelbröthlich oder gelblich (s. Tafel IX) und die Zwischenräume mehr oder weniger dunkelbraunroth gefärbt.

Ist das Stromapigment mässig dunkel und blos in den Zwischenräumen angesammelt, so zeigen die Gefässe eine mehr hochgelbe, die Zwischenräume eine lichtbraunrothe Färbung (s. Tafel VI).

Ist das Stromapigment nur in geringem Grade vorhanden, so sind die Zwischenräume gelbroth, ähnlich dem normalen Augengrunde, gefärbt.

Je mehr nun das Stromapigment an Dichtigkeit und Färbung abnimmt, desto deutlicher treten die Chorioidealgefässe in ihrer orangegelben, die Zwischenräume in einer lichteren Farbe hervor, bis endlich bei vollkommenem Mangel von Pigment, wie nach resorbirten Chorioideal-Exsudaten, oder bei Albino's, die Gefässe dunkelorangegelb und die Zwischenräume hell lichtgelb erscheinen (s. Tafel VIII und X).

Ein verschiedenes Auftreten dieser Färbungen in einem und demselben Augengrunde wird mitunter dadurch hervorgerufen, dass sich die Mächtigkeit des Stromapigmentes nicht an allen Theilen des Auges gleich bleibt, besonders aber an der Macula lutea vorherrscht; so sind z. B. auf Tafel V die Chorioidealgefässe in peripherischer Richtung von der Macula lutea aus hochgelb, die Zwischenräume gelbroth, an der Stelle der Macula lutea dagegen die Chorioidealgefässe heller gelb und die Zwischenräume dunkler, beinahe schwärzlich gefärbt, was nicht nothwendiger Weise eine Verschiedenheit der pathologischen Veränderungen anzeigt, sondern in der physiologisch normalen, aber local ungleichförmigen Anhäufung von Stromapigment begründet sein dürfte.

---

Sehr instructiv ist der auf Tafel IX abgezeichnete Fall.

Das innere Chorioidealpigment ist hier, wahrscheinlich durch ein mehr seröses Exsudat, im Bereiche der Macula lutea, an einer mässig grossen, scharf begrenzten, beinahe rundlichen Stelle in seiner Continuität vollkommen gestört und grösstentheils, ohne irgendwo im Augengrunde eine Anhäufung desselben darzubieten,

Digitized by Google

verschwunden, und es treten somit in dem übrigens allseitig normal (gleichförmig gelbroth) gefärbten Augengrunde daselbst die stärkeren Chorioidealgefässe mit dem zwischengelagerten, dunkelrothbraunen und stark entwickelten Stromapigment äusserst deutlich hervor.

Die Untersuchung dieses Auges bot ein besonderes Interesse dadurch dar, dass man hier bei der scharfen Begrenzung der inneren Pigmentschichte deutlich ihre Continuität und ihre Auflagerung über die Chorioidealgefässe, und somit das Eindringen und Verschwinden dieser Gefässe unter diese Schichte wahrnehmen konnte, so wie dass an zwei Stellen noch eine zarte Schichte macerirten Pigmentes übrig geblieben war, und hierdurch unmittelbar nebe einander verschiedene Stadien der Pigmentmaceration deutlich beobachtet werden konnten.

An den Stellen, wo das innere Pigment vollständig fehlte, erschienen die Gefässe gelb, ihr Verlauf im Stromapigment deutlich begrenzt, die Farbe des letzteren ungetrübt und bestimmt; an jenen Stellen, wo noch eine geringe Menge des inneren Pigmentes vorhanden war, zeigten die Gefässe eine röthlichgelbe, das Stromapigment eine lichtere, schmutzigrothbraune Farbe und undeutlichere, verwischtere Abgrenzungen; man konnte Beide noch mit Sicherheit erkennen, aber sie erschienen wie unter einem röthlichen Flor; dagegen verschwanden Gefässe und Stromapigment vollkommen unter der Auflagerung der unverändert gebliebenen normalen Schichte des inneren Chorioidealpigmentes.

Dieses Fehlen jeder Andeutung der lichten Chorioidealgefässe und ihrer so dunkel gefärbten Zwischenräume, auch in der nächsten Umgebung des Pigmentschwundes, zeigte hierbei deutlich den Mangel an Einfluss dieser Chorioidealschichte auf die Färbung des Augengrundes, da man andererseits keinen Grund hatte, hierselbst ein wesentlich verschiedenes, so scharf abgegrenztes Verhalten des Stromapigmentes, im Gegentheile eine Unterlagerung eines gleich mächtigen und dunkel gefärbten Stromapigmentes, zum mindesten auf eine kurze Ausdehnung, anzunehmen, wie es sich auch bei späteren Untersuchungen in Folge weiterschreitender Maceration als richtig herausstellte.

Digitized by Google

Die Bestimmung der Farbentöne im Augengrunde ist nicht so leicht, als man wohl anfangs glauben möchte, da hierzu nicht nur Übung gehört, sondern auch die künstliche Beleuchtung, die Quantität und Qualität derselben theilweise bestimmend wie auch täuschend einwirken, und nicht selten die Contrast-Wirkungen wie die Individualität in der Wahrnehmung von Farben sich geltend machen.

Ich möchte daher nicht behaupten, dass jeder Augenspiegeluntersucher die von mir abgebildeten Fälle mathematisch genau in denselben Farbentönen sehen oder wiedergeben würde und müsste, dass hierbei nicht geringe Verschiedenheit (jedoch stets nur geringe) in der Ansicht herrschen könnte; aber ich glaube, dass bei dem Untersuchen verschiedener Krankheitsfälle stets dieselben Differenzen zum Vorschein kämen, insbesondere aber, dass die gegenseitigen Unterschiede der einzelnen Farben unter sich als stätig sich erweisen würden; und ich glaube daher, dass bei einer gegebenen individuellen Verschiedenheit in der Auffassung es dennoch möglich wäre (vorzüglich aber auf Grundlage einer vorliegenden Abbildung), eine gegenseitige Verständigung, ja eine Übereinstimmung herbeizuführen.

In dieser Absicht fand ich mich vor Allem veranlasst, den Grund eines gesunden Auges in Taf. I wiederzugeben, und hierauf bei allen weiteren Abbildungen stets Rücksicht zu nehmen, auch war ich vorzugsweise befliessen, die gegenseitigen Verschiedenheiten und Abstufungen in den Tönen ein und derselben Farbe möglichst genau festzuhalten und auszuprägen.

Eine sehr häufige Meinungsverschiedenheit ergibt sich bei der Beurtheilung von Weiss und Gelb, besonders wenn das Object nur wenig intensiv gefärbt ist, einen hohen Grad von Diaphanität, Lichtintensität oder Glanz ausweist. So gelingt es mir nur selten, eine wirklich rein weisse Farbe im Augengrunde wahrzunehmen, und ich sehe gewöhnlich Das mehr oder weniger intensiv weissgelb oder gelb gefärbt, was sonst schlechthin für weiss angenommen wird.

Um hiebei nicht einer zu grossen Willkürlichkeit und Täuschung Raum zu geben, vergleiche ich nicht nur unter denselben Verhältnissen die Farbe des Objectes mit künstlich aufgetragenen Farben, sondern benütze auch hierzu, vorzüglich in Beziehung auf weisse, gelbliche, oder weissbläuliche Färbungen, die Sclerotica des zu untersuchenden Auges, nachdem ich sie im Tageslichte betrachtet und sofort unter dem Augenspiegel die betreffende Stelle des Augen-



Digitized by Google

grundes möglichst nahe an den Pupillarrand heranzustellen suche, wobei unter geringen Accommodations-Veränderungen oder auch ohne selbe eine Vergleichung ermöglichet wird.

Der bei solchen Untersuchungen sich ergebende, beinahe constante Mangel von weisser Farbe im Augengrunde, und die überwiegend gelbe Färbung mancher an und für sich weiss gefärbter Objecte, wie z.B. des Sehnerven-Querschnittes, einzelner Exsudate, und bei dem Mangel von Chorioidealpigment der zwischen den Chorioidealgefässen sichtbaren Sclerotica etc. etc. dürfte nicht nur der Vorlagerung der durchsichtigen Medien, sondern insbesondere den von den übrigen im Augengrunde gelbroth oder roth gefärbten Theilen, wie die Pigmentschichten, die Retinal- und sichtbaren Chorioidealgefässe etc. zerstreuten und so vielseitig reflectirten Lichtstrahlen zugeschrieben werden. So sah ich z. B. eine rein weisse Färbung im Grunde eines Auges, dessen Chorioidea an der inneren Oberfläche in ihrer ganzen bei ad maximum erweiterten Pupille sichtbaren Ausdehnung so vollständig durch eine verkreidete Exsudatschichte überzogen war, dass, abgesehen von einigen isolirten grauen und schwärzlichen Pigmentflecken, an keiner Stelle des Augengrundes Chorioidealpigment oder Chorioidealgefässe wahrgenommen werden konnten, und in der grösstentheils atrophischen Retina nur vereinzelte roth gefärbte Gefässe sich zeigten.

Digitized by Google

Dr Jaeger ad nat del

Digitized by Google

Digitized by Google

*Fig. 1.*

*Fig. 3.*

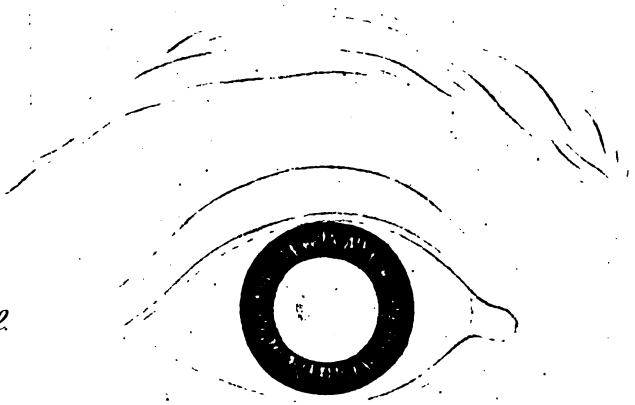


*Fig. 2.*

Jaeger ad nat. del. Lith. u. i. Farben gedr. v. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei



Digitized by Google

Digitized by Google

*Fig. 1.*

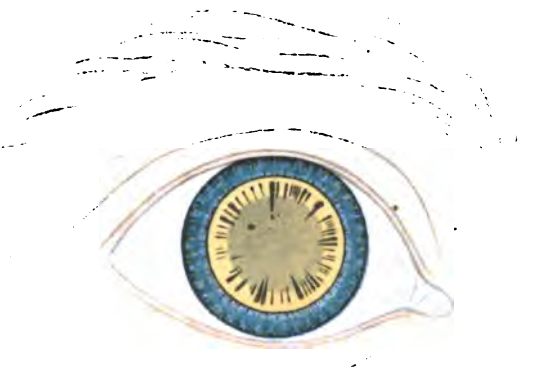


*Fig 2.*

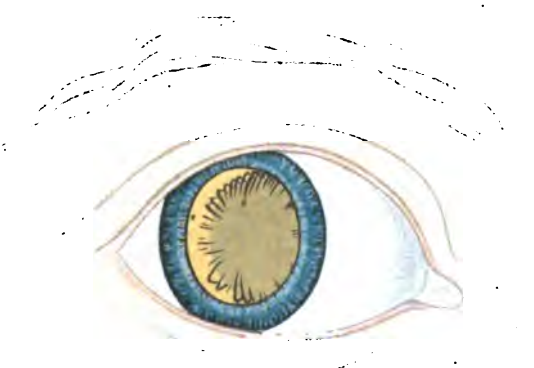


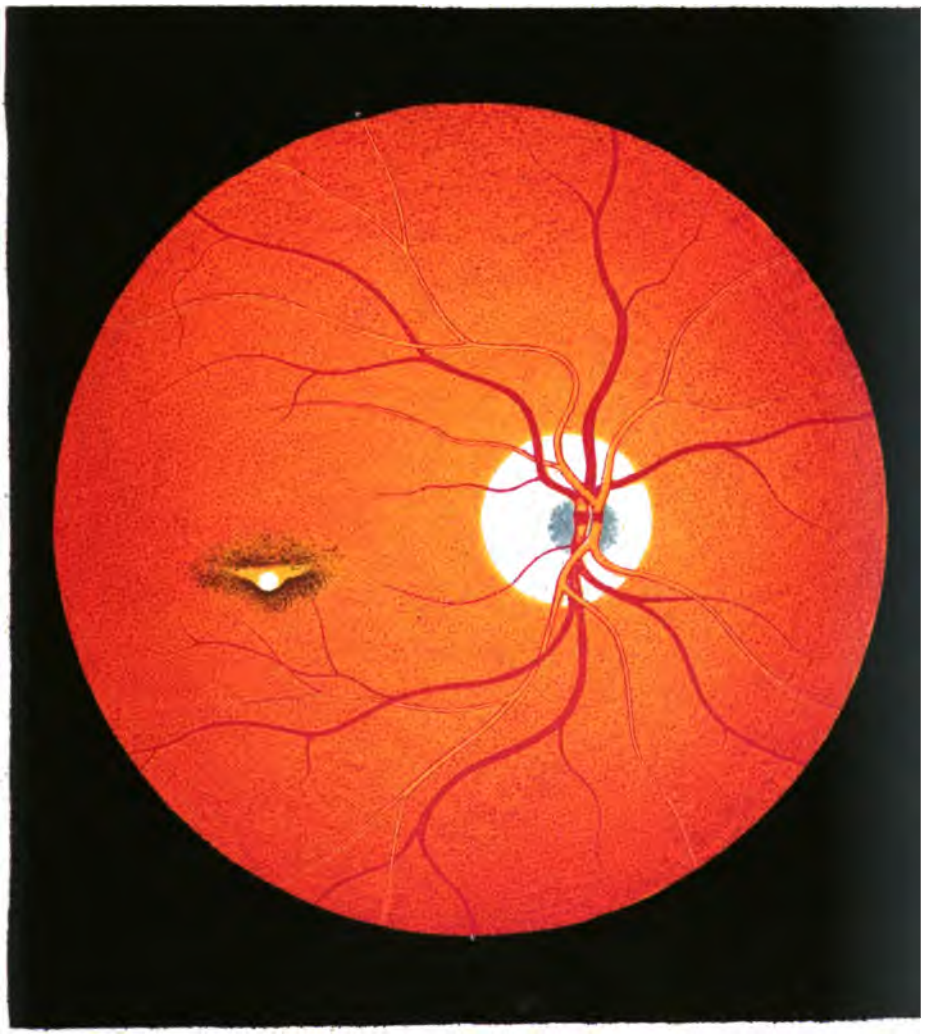
*Fig 3.*

Dr. Jaeger ad nat. del. Lith. u. i. Farben gedr. v. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. XV Bd. 2 Heft. 1855.

Digitized by Google

Digitized by Google



Dr. Jaeger ad nat. del.

Lith. u. i. Farben gedr. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei



Digitized by Google

Digitized by Google

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. XV Bd. 2 Heft. 1855.

Digitized by Google

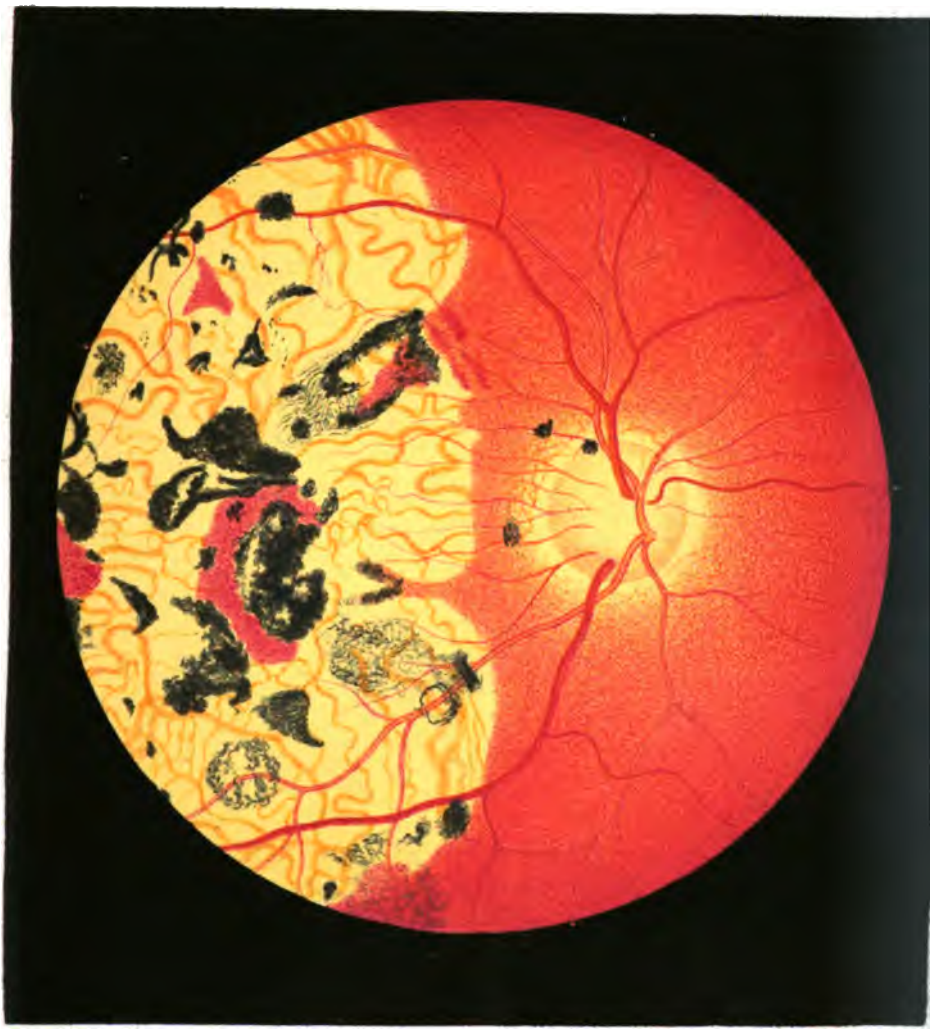
Digitized by Google

Lith. u. i. Farben gedr. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei



Digitized by Google

Digitized by Google



Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. XV Bd. 2 Heft. 1855.

Digitized by Google

Digitized by Google

L. Jaeger ad nat. del. Lith. u. Farbendr. v. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. XV Bd. 2 Heft. 1855.

Digitized by Google

Digitized by Google

# Zu *Delphinopsis Freyerii* Müll.

(Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie, mathem.-naturw. Classe, Jahrg. 1853, Bd. X, S. 84.)

Das Ehrenmitglied, Herr Professor Joh. Müller in Berlin, übersandte als Nachtrag zu seiner l. c. Abhandlung: „Über ein neues fossiles Cetaceon aus Radoboj," beifolgende erläuternde Zeichnungen, nebst Erklärung derselben.

Fig. 1. Die Reste des *Delphinopsis Freyerii* im Gestein, in natürlicher Grösse.
*A*, Oberarmbein.
*B*, Radius.
*C*, Ulna.
*D' D'*, Abdrücke von Handwurzelknochen, die sich in der Gegenplatte befinden.
*D, D*, Handwurzelknochen.
*E*, Mittelhandknochen.
*F*, Phalangen.
*p*, Abdruck der Wirbelepiphyse *p'*, welche sich auf der Gegenplatte befindet.
*q*, Zweite Wirbelepiphyse, Fragment.
*m, n*, Dornfortsätze.
*o*, Scapula-Reste und Abdruck der Scapula.

Fig. 2. Vergrösserung der Stelle *a* aus der ersten Figur.
*F*, Phalanx.
*x, x, x*, die kleinen Plättchen und ihre Abdrücke im Gestein *x'*.

Fig. 3. Vergrösserung der Stelle *b*, aus der ersten Figur.
*x* und *x'* wie vorher.

Fig. 4. Wirbelepiphyse aus der Gegenplatte.

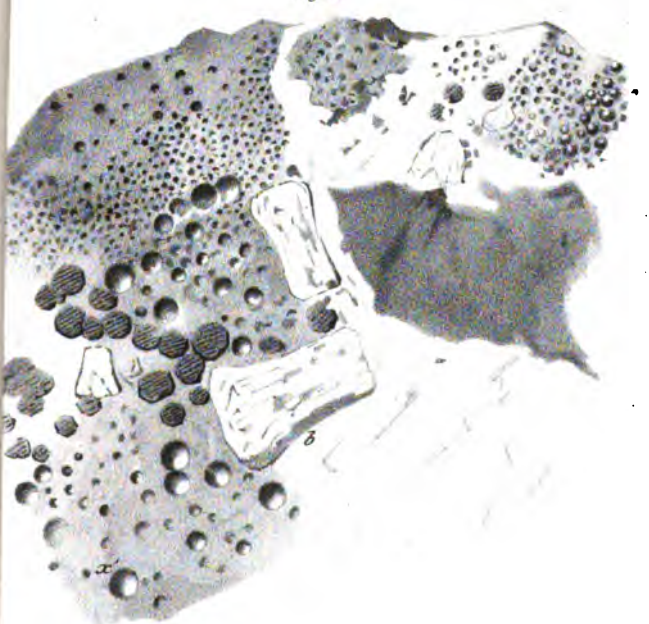
---



Digitized by Google

Digitized by Google

*Fig. 3.*




Digitized by Google

Digitized by Google

# VERZEICHNISS

DER

# EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

(FEBRUAR.)

Akademie der Wissenschaften, königlich-preußische. Monatsbericht. 1854, Nr. 11, 12; 1855, 1.

Alterthums-Verein, zu Wien. Berichte. Band I, Abtheilung 1. Wien 1854; 4°.

Annalen der k. k. Sternwarte in Wien. III. Folge, Band 4.

Annales de l' observatoire physique cent. de Russie. 1851, P. 1, 2.

Archives de Physiologie et thérapeutique. Par Bouchardat etc. No. 2.

Baranda, D. Pedro Sainz de, Biografia de, y Catálogo de sus obras. Madrid 1854; 8°.

— Clave de la España Sagrada. Madrid 1853; 8°.

Beobachtungen, magnetische und meteorolog., zu Prag. Bd. 11.

Bullettino, Archeologico, Napolitano. Anno II, No. 37—56.

Codex, diplomaticus et epistolaris Moraviae. Vol. 1—6. Olomucii 1839—54; 4°.

Gesellschaft, Geschichts- und Alterthumsforschende des Osterlandes zu Altenburg. Mittheilungen. Band IV, Heft 1.

Gesellschaft, physikal.-medizin., zu Würzburg. Berichte. Bd. V, 1, 2.

Gewerbe-Verein, niederösterreichischer. Verhandlungen. 1854, Heft 3, 4.

Istituto, I. R., Lombardo, Giornale. No. 34, 35.

Landi, Pasquale, Della ottalmia catarrale epidem. nelle milizie austriache stanziate in Firenze. Firenze 1850; 8°.

— Gli spedali e gli ospizj di Parigi e di Londra visitati primavera dell' anno 1852. Firenze 1853; 8°.

Digitized by Google

Müllenhof, K., Zur Geschichte der Nibelunge Not. Braunschweig 1855; 8°.

Quetelet, De l'influence des temperatures sur le développement de la végétation s. l. et d.

Society, Asiatic of Bengal. Journal. 1854, No. 5.

Verein, historischer für Kärnten. Jahresbericht für 1851—54.

Verein, für meklenburgische Geschichts- und Alterthumskunde. Jahrbücher. Band 19.

Vergnès, Maurice et André Poey, de l' application de l' électrochimie a l' extraction des métaux introduits et séjournant dans l'organisme. Paris 1855; 8°.

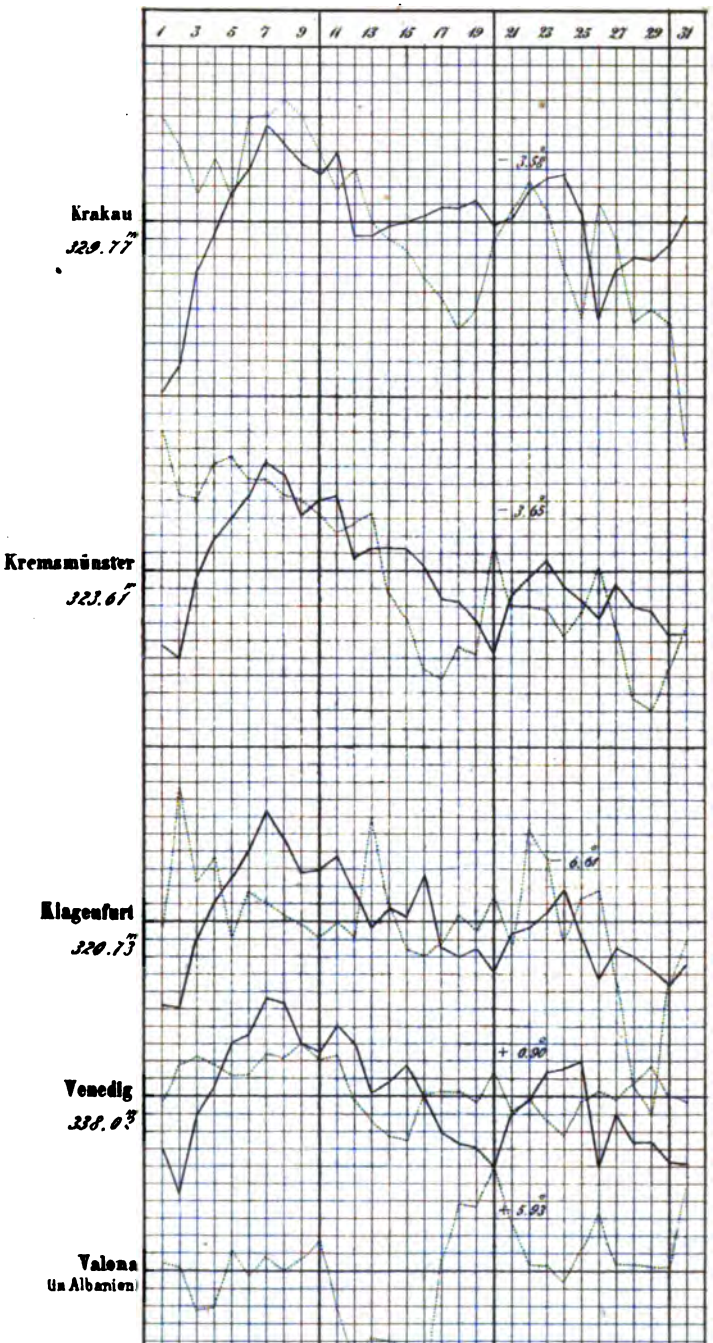
Vukotinovich, Ludwig Farkas von, Über die Formen der Blätter und der Anwendung der naturhistorischen Methode auf die Phytographie. s. l. et d.

Zantedeschi, Franc., Risposta ai cenni della relazione del S. Dr. Gintl intorno al contemporaneo passaggio delle correnti opposte in un solo filo. Padova 1855; 4°.

Digitized by Google

## Gang der Wärme und des Luftdruckes im

Die punctirten Linien stellen die Wärme, die ausgezo
Die beigeschriebenen Zahlen sind Monatmittel, denen die stär
Ein Netztheil entspricht bei der Wärme einem Grad Réaumur, be



Digitized by Google

Digitized by Google

# Gang der Feuchtigkeit und des Ozongehaltes der Luft im Jänner 1855.

Die punktirten Linien stellen die Feuchtigkeit, die ausgezogenen den Ozongehalt dar.
Die am Rande befindlichen Zahlen sind die Monatmittel der Feuchtigkeit, jene zwischen den Curven die Monatmittel des Ozongehaltes.
Den Monatmitteln entsprechen die stärkeren Horizontallinien.
Ein Netztheil beträgt für die Feuchtigkeit 5 Procente, für den Ozongehalt einen Theil der Farbenscala, welche vom völligen Weis bis zum tiefsten Blau zehn Abtheilungen enthält.

Digitized by Google

Digitized by Google

# Gang der Feuchtigkeit und des Ozongehaltes der Luft im Jänner 1855.

Die punktirten Linien stellen die Feuchtigkeit, die ausgezogenen den Ozongehalt dar.
Die am Rande befindlichen Zahlen sind die Monatmittel der Feuchtigkeit, jene zwischen den Curven die Monatmittel des Ozongehaltes.
Den Monatmitteln entsprechen die stärkeren Horizontallinien.
Ein Netztheil beträgt für die Feuchtigkeit 5 Procente, für den Ozongehalt einen Theil der Farbenscala, welche vom völligen Weis bis zum tiefsten Blau zehn Abtheilungen enthält.

Digitized by Google

Digitized by Google

| Beobachtungsort. | Mittlere Temperatur Réaumur | Maximum | | Minimum | | Mittlerer Luftdruck. Par. Lin. | Maximum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tag | Temp. | Tag | Temp. | | Tag | Luftdr |
| Ragusa [1]) | +6°29 | 6·6 | +11°0 | 16·3 | — 2°2 | 337‴05 | 8·3 | 342‴8 |
| Valona (in Albanien) | +5·93 | 20·6 | +13·0 | 16·3 | — 3·5 | — | — | — |
| Zara [2]) | +4·14 | 6·6 | + 8·6 | 16·3 | — 2·4 | 338·30 | 8·3 | 343·4 |
| Triest | +1·62 | 7·6 | + 9·2 | 29·3* | — 3·5 | 337·51 | 7·2 | 343·0 |
| Venedig [3]) | +0·90 | 7·6 | + 5·5 | 29·3 | — 5·3 | 338·02 | 7·9 | 344·3 |
| Meran | —0·46 | 1·9* | +10·1 | 28·3 | — 9·6 | 326·12 | 8·3 | 331·3 |
| Fünfkirchen | —1·09 | 5·6 | + 6·4 | 29·3 | — 9·2 | 332·50 | 7·9 | 338·4 |
| Semlin | —1·10 | 6·6 | + 5·0 | 29·3 | —13·0 | 336·96 | 7·9 | 342·9 |
| Mailand [4]) | —1·25 | 2· | +11·5 | 24·* | —13·8 | 332·48 | 8·0 | 338·8 |
| Retz | —1·36 | 8·6 | + 6·9 | 29·3 | —12·0 | — | — | — |
| Szegedin | —1·79 | 8·6 | + 6·4 | 30·3 | —18·0 | 335·14 | 6·9 | 339·9 |
| Debreczin | —1·81 | 22·6 | + 5·6 | 30·3 | —16·4 | 330·50 | 7·6 | 339·2 |
| Bodenbach [5]) | —1·95 | 7·6 | + 5·7 | 31·3 | —14·4 | 332·71 | 7·9 | 337·9 |
| Prag | —1·96 | 7·7 | + 1·6 | 31·4 | —13·7 | 330·02 | 7·5 | 335·8 |
| Wachsenberg | —2·04 | 1· | + 8·8 | 30· | — 9·0 | — | — | — |
| Zavalje | —2·07 | 7·6 | + 7·8 | 28·3 | — 8·6 | — | — | — |
| Wien [6]) | —2·08 | 1· | + 6·6 | 30· | —15·3 | 330·86 | 7·5 | 337·0 |
| Tirnau | —2·12 | 1·6 | + 6·8 | 30·3 | —14·5 | 332·67 | 7·9 | 338·8 |
| Gran | —2·29 | 7·6 | + 6·0 | 30·3 | —14·0 | — | — | — |
| Korneuburg | —2·42 | 1·6 | + 6·7 | 29·3 | —15·0 | — | — | — |
| Bregenz | —2·47 | 1·6 | + 5·1 | 19·9* | — 9·9 | 322·86 | 8·5 | 329·0 |
| Brünn | —2·49 | 8· | + 7·0 | 29· | —19·6 | 330·20 | 7·6 | 335·9 |
| Czaslau [7]) | —2·74 | 7·9* | + 3·7 | 31·3 | —14·4 | 327·87 | 7·6 | 335·6 |
| Olmütz | —2·75 | 7·6 | + 4·8 | 29·9 | —15·0 | 329·76 | 7·6 | 335·9 |
| Schössl | —2·77 | 8·6 | + 4·6 | 19·3 | —13·0 | 325·59 | 7·9 | 331·2 |
| Kahlenberg bei Wien | —2·90 | 1·6 | + 6·0 | 30·3 | —12·6 | 320·44 | 7·6 | 326·6 |
| Adelsberg | —2·95 | 5·6 | + 7·5 | 28·3 | —18·1 | 316·39 | 7·9 | 322·6 |
| Leipa | —2·96 | 1·6 | + 4·6 | 31·3 | —16·2 | 328·20 | 7·6 | 333·8 |
| Pilsen | —3·01 | 7·6 | + 4·3 | 29·3* | —12·7 | 326·14 | 7·9 | 331·7 |
| Jaslo (in Galizien) [8]) | —3·08 | 8·6 | + 3·0 | 31·3 | —20·7 | 328·47 | 7·6 | 334·1 |
| Linz [9]) | —3·10 | 1·6 | + 6·3 | 30·3 | —14·7 | 328·13 | 7·6 | 334·4 |
| Leutschau | —3·13 | 9·6* | + 3·9 | 29·3 | —14·2 | 324·41 | 7·9 | 330·6 |
| Pürglitz | —3·13 | 7·6 | + 3·8 | 19·3 | —14·2 | 325·36 | 7·5 | 331·5 |
| Krakau | —3·58 | 1· | + 5·8 | 31·* | —21·6 | 329·77 | 7·6 | 335·7 |
| Schemnitz [10]) | —3·62 | 8·6 | + 2·6 | 30·4 | —13·6 | 314·03 | 7·6 | 330·5 |
| Jolsva [11]) | —3·65 | 2·6 | + 4·0 | 30·3 | —19·0 | — | — | — |
| Kremsmünster [12]) | —3·65 | 1·6 | + 7·5 | 28·3 | —15·5 | 323·61 | 7·5 | 320·1 |
| Weissbriach | —3·74 | 1· | + 9·0 | 29· | —12·0 | — | — | — |
| Deutschbrod | —3·78 | 7·6 | + 3·6 | 19·3 | —18·7 | — | — | — |
| St. Jakob | —3·79 | 1·6 | + 6·0 | 29·3 | — 9·2 | 301·25 | 7·9 | 307·2 |

1) Ragusa. In der Nacht vom 16. auf 17. fiel ein 19‴ hoher Schnee. Am 19. und 20. derschlag 0‴0.
2) Zara. Vom 1. bis 8. Jänner für diese Jahreszeit ungewöhnliche Windstille, im Gegensa
3) Venedig. Am 22. wenig Eisregen. Am 29. war das Wasser in den Canälen mit einer
4) Mailand. Das Minimum der Temperatur am 24. Jänner mit —12° wird nur von dem 24. Jänner d. J. stattfand, ist in den Mailänder Beobachtungen seit dem Jahre 1763 noch
5) Bodenbach. Seit dem 18. hat sich das Treibeis auf der Elbe gestellt.
6) Wien. Die grösste Intensität des Orkanes am 1. Januar war um 9ʰ Vorm.; über die W aussergewöhnlich prächtige horizontale Nebensonne. Um 9ʰ 40′ Abends grosse Feuerkug westl. Horizont von W.—O. abwärts, in mehrere Stücke zerspringend. Diese Feuer
7) Czaslau. Der Orkan, welcher am 31. Decbr. v. J. angefangen hatte, dauerte ohne U
8) Jaslo. Auf den Flüssen seit 25. Standeis von 12″ bis 18″ und vollkommene Schneedec Ende des Monats war 24 bis 30″, aber nur an geschützten Lagen. Bei dem grossen Ork schnelles Steigen der Temperatur von —15°0 auf —8°2.
9) Linz. Der in den ersten Tagen bis 4. gefallene Schnee hielt sich nur bis 1000′ Höhe an
10) Schemnitz. Am 31. um 1ʰ 35′ Morg. wurde ein heftiger Erdstoss wahrgenommen.
11) Jolsva. Am 1. Jänner war hier kein Sturm.
12) Kremsmünster. Am 5. um 8ʰ 30′ schöner Mondregenbogen, blass ohne andere Färbu fortlobte, richtete durch seine Gewalt und Dauer bedeutenden Schaden an Gebäuden und Auch in die Gebirgsthäler drang er noch mit grosser Gewalt ein. In dem Walde in der N Stämme auf 300 Jochen.

| dr. | Dunstdruck Par. Lin | Niederschlag Par. Lin. | Herrschender Wind | Anmerkungen. |
|---|---|---|---|---|
| | — | — | — | |
| | — | 18″96 | N. | Am 1. 2. u. 3. **Sturm** a. W., am 1. 5ʰ Ab. **Gewitter.** |
| 48 | 1″10 | 14·60 | NO. | |
| 65 | — | 26·14 | W. | *Am 18. Morg. und 19. um 12ʰ —14·4°. |
| | — | — | — | |
| 95 | — | 11·01 | — | Am 1. u. 2. **Sturm,** am 23. **Erdbeben.** |
| 83 | 1·19 | 47·17 | NO. | |
| 70 | 1·23 | 17·16 | W. | Am 1. u. 2. **Sturm** a. W., am 12. u. 13. a. NW., am 21. a. SW., |
| 19 | 1·24 | 99·48 | NO. | Am 3. **stürmisch.** [am 31. a. O. |
| 52 | 1·26 | 12·00 | SO. | *Am 2·3 316″32. Am 1. 2. 3. **Sturm,** am 14. **Lichtmeteor.** |
| 48 | — | 3·74 | W. | Am 30. —21°0. Am 1. u. 2. **St.,** a. 3. 14. **stürm.** a. N., a. 19. a. O. |
| | — | — | — | Am 15. 19. 29. — 12°. Vom 1.—4. u. 12.—15. **stürmisch** |
| 00 | 1·08 | 18·86 | NW. | **Stürme** wie in Alkus. [a. NW. |
| | — | — | — | |
| 52 | — | 13·57 | NW. | *Am 7·9 332″28. Am 1. 3., dann 8.—13. **Stürme** a. NW. |
| 60 | 0·91 | 37·60 | NW. | Am 9. 9ʰ Ab. **Lichtmeteor** durch Nebel sichtbar. |
| 37 | 1·32 | 35·59 | NO. W. | Am 15. 4ʰ 30′ **Sonnensäule.** |
| 59 | 1·16 | 18·62 | NW. | Am 1. 12. 13. **stürmisch** a. NW. |
| | — | 44·97 | NW. | *Am 18. — 14°0. Am 1. 2. 3. **Stürme** a. W., am 2. Morg. mit |
| 30 | 1·17 | 59·06 | W. | *Am 28. — 12°6. [**Donner.** |
| 70 | — | — | — | Am 1. 2. 3. u. 13. **Stürme** a. W., am 1. bei **Schneesturm** von |
| | — | — | — | Am 17. — 12°. [11—12ʰ Ab., **Blitz** u. **Donner.** |
| 93 | — | 17·54 | NW. | Vom 1.—3. **stürmisch** a. NW. |
| 28 | 1·28 | 34·65 | NW. u. SW. | |
| | — | — | — | |
| 73 | 0·89 | 7·68 | NW. | Am 1. u. 2. **Sturm** a. NO., am 13. 14. 15. a. NW., am 27. a. N. |
| 01 | 0·97 | 12·82 | SW. | |
| | 0·98 | 22·20 | — | |
| 77 | — | 12·61 | NW. | *Am 2·3 310″91. Am 2. **Sturm** a. NW. |
| 18 | 0·98 | 15·47 | NW. | Vom 4. bis 10. oft schöne **Abendröthe,** am 13. **Sturm** a. N. |
| 41 | 0·99 | 38·00 | NW. | |
| 56 | — | 23·37 | W. | Am 1. **Sturm** a. W., am 3. 4. 13. 14. 26. **stürmisch.** |
| | — | — | — | |
| | — | — | — | |
| 40 | — | 32·58 | O. | *Am 2·6 245″96. Am 1. u. 2. **Sturm.** |

mehrere Klafter hohe Windwehen. Im Gebirge sind manche Häuser bis über die Dächer einge-

sse in der Richtung von SO., welche im Zimmer des Herrn Beobachters, Prof. E. Lurtz, die Schaden anrichteten. Das vorletzte grössere Erdbeben, welches mehrere Häuser stark beschä-

eigte sich bei Schneesturm ein überraschendes Luftphänomen gegen SW., von blendender Helle,

erfroren.

ngsortes am südl. Abhange des Oetschthaler Ferners abhängig).
ug, der durch die Gebirge nicht gehindert ist, aus Norden stattfindet.

**ngen.**

**des Jahres 1854.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 67 | — | — | — | *Am 17. +8°5. Am 24. +7°. |
| 40 | — | — | — | ³Am 25. +4°5. |

mte gemacht, in letzterem vom Amtsleiter Herrn Schneeberger.
Manfredi. Diese Station liegt am südlichen Abhange des Stilfserjoches.
n.

Digitized by Google

# SITZUNGSBERICHTE

DER

## KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

### MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

**XV. BAND. III. HEFT.**

**JAHRGANG 1855. — MÄRZ.**



Digitized by Google

Digitized by Google

## SITZUNG VOM 8. MÄRZ 1855.

### Eingesendete Abhandlungen.

*Das Stauroskop, ein optisch-mineralogischer Apparat von Herrn Franz v. Kobell.*

Von dem w. M. W. Haidinger.

Immer häufiger, aber auch immer nothwendiger zeigen sich die optischen Forschungen in der Mineralogie. Die Kenntniss der Individuen wird immer mehr gefördert durch genaue Kenntniss ihrer Masse, denn aus der Kenntniss der Form, der Masse und Materie, also der geometrischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften, besteht ja eigentlich die Kenntniss des Individuums.

Ein recht interessanter Apparat aus der Classe derjenigen, welche, wenn auch auf Grundsätzen beruhend, die längst bekannt waren, doch als neue Anwendung zur Förderung optischer Kenntniss der Krystalle ausgedacht wurden, ist der, von welchem ich durch die freundliche Mittheilung meines hochverehrten Freundes des königlich-bayerischen Akademikers, Herrn Franz v. Kobell heute Gelegenheit habe eine Skizze vorzulegen und dieselbe zu erläutern. Ich erhielt die erste Nachricht von Herrn v. Kobell gerade am Tage der letzten Classensitzung, am 15. Februar. Es war schon zu spät zur Vorlage. Da übrigens keine Zeichnung das Princip erläuterte, und mir doch eine solche wünschenswerth schien, um die Beschreibung kürzer fassen zu können, so benützte ich die Zwischenzeit, um ihm noch einmal zu schreiben, worauf er mir in einem zweiten Briefe vom 22. Februar auch freundlichst die beifolgende Zeichnung mitsandte, auf welche sich nun seine hier wörtlich mitzutheilende Erläuterung bezieht.



Digitized by Google

„*o* Die Sehöffnung. *z* Der Zeiger. Fig. 1 *a*, *a*, *a*, *a* ist der Deckelcylinder, enthaltend die Turmalinplatte *t* und die Calcitplatte *c* (senkrecht auf die Axe geschnitten). Dieser Deckel wird mit einem Aufschraubering für Fernrohr auf eine horizontale Holzfläche festgeschraubt und so geneigt, dass auf dem Spiegel das schwarze Kreuz erscheint. Dann aber bleibt der Deckel unbeweglich, *b*, *b*, *b*, *b* ist der Drehcylinder, *k* die Trägerplatte mit dem Krystall. Eine solche Platte ist Fig. 2 mit dem Quadrat dargestellt, nach dessen Seiten eine Krystallfläche eingestellt wird, die Einschnitte in *e* passen in Knöpfchen, die innen am Drehcylinder befestigt sind. Wenn der Krystall wie Fig. 2 *a' b' c' d'* in der Richtung *a b* eingestellt ist, und man legt die Trägerplatte auf den vorspringenden innern Ring des Drehcylinders, schiebt diesen in den Deckel und stellt ihn durch Drehen auf 0°, so liegen *a' b'* des Krystalls und *a b* des Quadrats parallel mit *a b* Fig. 3 der Längenaxe des Turmalins.“

*Fig. 1.*

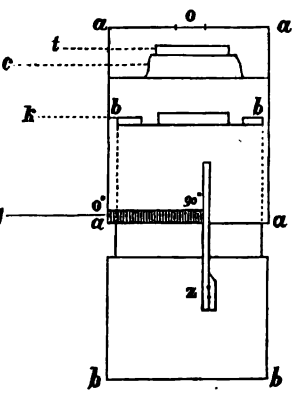



*Fig. 2.*

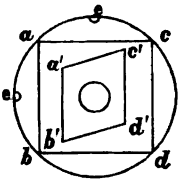
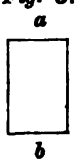



*Fig. 3.*




Als Beispiel der Verschiedenheiten, welche sich bei diesem Drehen zeigen, führt Herr v. Kobell den Diopsid vom Zillerthal an, in hinlänglich grossen Platten, um die Veränderungen des Ringsystems übersehen zu können. Orientirt man eine der Orthodiagonale (der Querfläche) parallel geschnittene Platte nach *a b* in dem Apparat, so erscheint das vollständige schwarze Kreuz mit den regelmässigen Ringen unmittelbar. Ist die Platte der Klinodiagonale (der Längsfläche) parallel geschnitten und nach den Seitenflächen der Prismen orientirt, so ist dies nicht sogleich der Fall, sondern man muss den Drehcylinder erst durch wirkliche Drehung in eine andere Lage bringen, in welcher dann allerdings auch eine solche Erscheinung beobachtet wird. Dies geschieht aber sobald eine der optischen Elasticitätsaxen der Linie *a b* Fig. 3 oder der Axe des Turmalins parallel ist.

Herrn v. Kobell's Stauroskop dient also eigentlich dazu um in Krystallplatten, die noch eine Seiten-Begrenzung durch eine

Digitized by Google

natürliche Fläche zeigen, die Lage der optischen Elasticitätsaxen gegen die Krystallflächen aufzusuchen und die Winkel derselben gegen einander zu messen. Man kann denselben Zweck bekanntlich in den verschiedenen Polarisations-Apparaten auf verschiedenerlei Art erreichen, doch müssen sie stets gerade zu einem solchen Zwecke gewisse accessorische Einrichtungen haben, hier ist ein sehr compendiöser, daher wenig kostspieliger Apparat, der gerade für diesen Zweck sehr praktisch genannt zu werden verdient. Es ist wahr, bei dem geringen Durchmesser kann man nur „Grade" messen, aber das Einstellen auf die vollkommenste Erscheinung des schwarzen Kreuzes ist ja selbst nicht von der Art um feine Winkelunterschiede anzuzeigen. Bei dem Polarisationsapparate, dessen ich mich gewöhnlich bediene, hat die Scheibe, welche für die Aufnahme der zu untersuchenden Krystallplatten bestimmt ist eine Bewegung in ihrer eigenen Ebene nebst Gradeintheilung. Stellt man auf ihr einen Krystall mit einer natürlichen Kante ein, so kann man durch Drehen bis die Platte schwarz erscheint ebenfalls die Lage der Elasticitätsaxe finden. Bei den parallel den Längsflächen geschnittenen Platten der Zwillingskrystalle von Diopsid hat man ein besseres Abkommen an den geringen Winkeldistanzen für das tiefste Schwarz in den beiden Individuen. Der einfache Gegensatz in den halben Quadranten von Licht und Dunkel wird bei dem Ocular von Turmalin und Doppelspath, also einem der mancherlei zu verschiedenen Zwecken verschiedentlich zusammengesetzten und angewandten Polariskope zu der Erscheinung von den ringförmig auf einander folgenden Farbentönen nebst dem schwarzen Kreuze gesteigert und dadurch die Beobachtung selbst erleichtert. Man sieht die ganze Zusammenstellung ist sehr einfach und sinnreich; in mehrere Einzelheiten einzugehen, ist wohl hier um so weniger erforderlich, als Herr Professor v. Kobell selbst das Ausführlichere in den Schriften der königlich-bayerischen Akademie der Wissenschaften bekannt machen wird. Dass er mir so früh eine specielle Mittheilung machte, muss in mir den Wunsch hervorbringen meinen Dank auszudrücken, indem ich der hochverehrten Classe den Hauptinhalt derselben darbringe.

Digitized by Google

## *Bemerkungen über die zuweilen im geschmeidigen Eisen entstandene krystallinische Structur, verglichen mit jener des Meteoreisens.*

Von dem w. M. W. Haidinger.

(Mit 1 Tafel.)

Man hat an vielen Orten und bei mancherlei Veranlassungen die Thatsache bemerkt und beschrieben, dass geschmiedetes Eisen, an welchem bei gewaltsamer Trennung der Theilchen nur ein Zerreissen mit den deutlichsten Längenfasern stattfindet, die Anordnung der Theilchen verliert, worauf diese Erscheinung beruhte, und dass Stangen querdurch abbrechen können, und dann einen körnigen krystallinischen Querbruch zeigen, wobei das regelmässige Gefüge der Individuen, die Theilbarkeit parallel der Würfelflächen deutlich hervortritt. Es möge hier nur der so häufigen Axenbrüche gedacht werden, oder der im Gebrauche krystallinisch gewordenen Gewehrläufe, von welchen der k. k. Herr Feldzeugmeister Freiherr von Augustin Stücke in der Versammlung von Freunden der Naturwissenschaften vom 16. Juli 1847 vorzeigte, die noch gegenwärtig als freundliches Geschenk desselben in dem Museum der k. k. geologischen Reichsanstalt aufbewahrt werden [1]), endlich der zahlreichen Beispiele, die Herr Professor Szabó in der Versammlung von Freunden der Naturwissenschaften am 11. October 1850 zusammenstellte [2]), darunter die Würfel, aus denen sich wieder Würfel spalten liessen, welche Wöhler aus Eisenplatten beschreibt, die während einer ganzen Schmelzperiode unter der Rast eines Hochofens einer hohen Temperatur ausgesetzt gewesen waren.

Die gleiche, dem Würfel entsprechende Theilbarkeit erscheint höchst vollkommen bei dem Meteoreisen von Braunau, gefallen am 14. Juli 1847. Geschliffene, polirte und geätzte Flächen desselben zeigen zahlreiche parallele Structurlinien, welche Herr J. G. Neumann zu dem Gegenstande specieller Studien machte und nachwies,

---

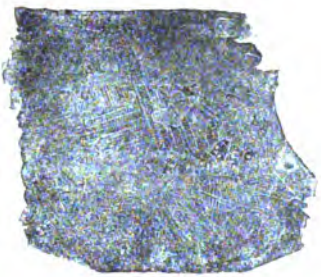
[1]) Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien. Band 3, S. 82.

[2]) Berichte u. s. w., Band 7, S. 174.

Digitized by Google

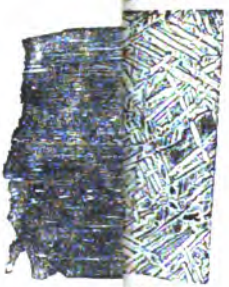
Digitized by Google

Figur 1.



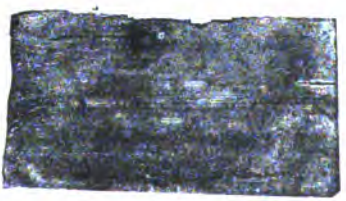
Emden.

gur 11.



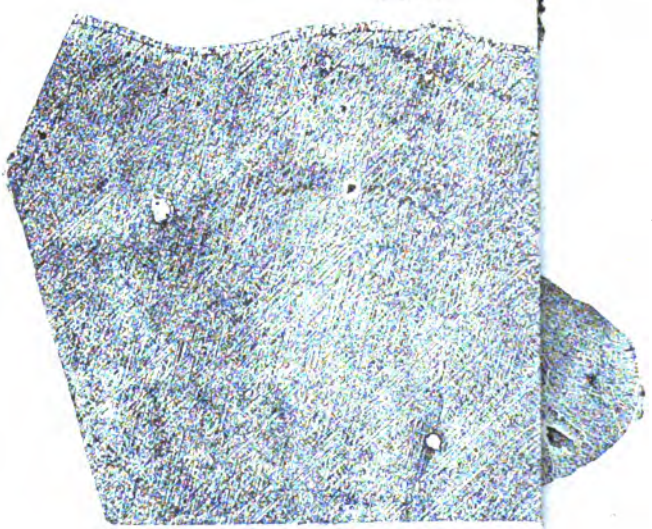
Elbogen.

Figur 3.



Stabeisen (Längenschnitt).

Figur 5.



Braunau.

Digitized by Google

dass sie sämmtlich durch Zwillingskrystallisation erklärt werden können [1]).

Ich verdanke Herrn Dr. M. A. F. Prestel in Emden eine höchst interessante Mittheilung über ein Vorkommen der oben bezeichneten Art. Eine als Roststab auf einem Dampfschiffe, durch mehrere Jahre heftiger Hitze ausgesetzt gewesene einen Zoll dicke Eisenstange, war brüchig geworden, und hatte eine deutlich krystallinische Structur angenommen, so dass die einzelnen Individuen bis zu vier Linien Durchmesser erhielten, und zwar mit um so grösseren einzelnen Krystalltheilen oder Individuen, je näher die Stellen am Feuerraume lagen. Herr Dr. Prestel untersuchte nun einen Schnitt näher, polirte und ätzte die Fläche, und fand, dass sich deutliche Linien zeigen, die namentlich an diejenigen erinnern, welche Herr Neumann so genau an dem Meteoreisen von Braunau beschrieben. Er bringt diese nun in eine Parallele und stellt die Frage auf, ob man denn nun die Widmannstätten'schen Figuren dennoch immer noch als Kriterien von Meteoreisen aufführen dürfe. Herr Dr. Prestel sandte später Muster desselben Eisenstabes ein; sie wurden geschliffen, polirt, von Herrn Karl Ritter v. Hauer in dem Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt geätzt, und in der k. k. Hof- und Staats-Druckerei stereotypirt, so wie sie hier vorliegen, Fig. 1 das mehr krystallinische aus dem stärker erhitzten Theile des Stabes, Fig. 2 aus dem von dem Mittelpunkte der Erhitzung weiter entfernten Theile desselben. Man könnte vielleicht zweckmässig das Wort autotyp für dergleichen Abdrücke anwenden, die wohl ebenfalls mit unter dem neueren Ausdrucke „Naturselbstdruck" begriffen sind, aber doch nur solche Methoden voraussetzen, die auch früher schon Anwendung fanden. Namentlich hat bereits der, um die Kunde der Meteoriten so hochverdiente Director der k. k. Hof-Naturalien-Cabinete, Ritter von Schreibers in seinem classischen Werke über diesen Gegenstand [2]) eine autotype Abbildung der acht Zoll langen und sieben Zoll breiten geätzten Fläche der Ellbogner Eisenmasse veröffentlicht; dazu noch die nachstehenden Angaben:

---

[1]) Berichte u. s. w., Band 4, S. 86. — Naturwissenschaftliche Abhandlungen u. s. w. Bd. 3, Abth. 2, S. 45.

[2]) Beiträge zur Geschichte und Kenntniss meteorischer Stein- und Metallmassen u. s. w. Wien 1820, S. 70.

Digitized by Google

„Da sich jenes Gefüge auf ebenen und polirten Flächen bei der Behandlung durch Ätzung in tastbaren, und zwar nach Massgabe der Dauer des Processes, in mehr oder weniger erhabenen oder vertieften Figuren (en basrelief) ausspricht, so kam Herr v. Widmannstätten gleich Anfangs, bei der Agramer Massa schon, auf die glückliche Idee, durch unmittelbare Abdrücke solcher Flächen mittelst Druckerschwärze — die Massa selbst gleich als natürliche Form oder Stereotyp benützend — eine vollkommen getreue und leicht vervielfachbare Darstellung zu bewirken. Die erwähnten Abdrücke wurden bereits im Jahre 1813 gefertigt, mit der Absicht der Herausgabe, doch kam Herr v. Schreibers wieder davon ab, „so dass jene Autographien bis zu dieser Stunde.... unbenutzt liegen blieben". Indessen waren sie auch vor der Herausgabe des Werkes im Jahre 1820 vielfältig an Freunde mitgetheilt und nach allen Richtungen verbreitet worden. Herr v. Widmannstätten hatte die seitdem nach ihm benannten Figuren im Jahre 1808 an dem Agramer Eisen entdeckt und später 1810 an dem von Mexiko, 1812 an dem von Ellbogen, 1815 an dem von Lénarto wiedergefunden. Als Ritter v. Schreibers in der Sitzung vom 24. September 1832, bei der Naturforscher-Versammlung in Wien die Mitglieder der mineralogischen Section einlud, die Sammlung merkwürdiger die Meteor-Stein- und Eisenmassen betreffenden Gegenstände zu besehen, waren darunter auch sieben Blätter „Autographische Abdrücke — Autostereotype — von geätzten Flächen verschiedener Eisenmassen meteorischen Ursprungs" [1]).

Die von Herrn Neumann studirten Zwillingslinien stimmen zwar genau mit den Linien in Herrn Dr. Prestel's Eisen überein, allein sie unterscheiden sich doch in der That von denjenigen Erscheinungen, welche man bis jetzt Widmannstätten'sche Figuren im eigentlichen Sinne zu nennen pflegt. Ich kann zwar nicht in dem gegenwärtigen Augenblicke ein durchgreifendes Studium aller dabei zu beachtenden Verhältnisse mir vornehmen, aber ich glaube, dass es vorläufig doch einiges Interesse gewähren wird, die Natur der einen wie der andern autotyp darzustellen, wobei mehrere der bereits in meinem Handbuche der Mineralogie enthaltenen

[1]) Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien im September 1832. Von Freiherrn v. Jacquin und J. J. Littrow, S. 116.

Digitized by Google

Abdrücke gegeben sind, aber in Einem Bilde mit andern, die seitdem theils anderwärts abgedruckt, theils hier neu vorgelegt werden.

Drei Verhältnisse in Bezug auf Structur sind es vorzüglich, welche die Aufmerksamkeit des Untersuchers auf sich zu ziehen voranstehen, wie sie sich an geschliffenen, polirten und geätzten Platten von Meteoreisen darstellen, der Krystalldamast, die Zwillingslinien und die Widmannstätten'schen Figuren. Auf die Verschiedenheiten, welche sich in diesen Beziehungen wahrnehmen lassen, hat Herr Director Partsch, dieser genaue Beobachter unter andern auch in seinem trefflichen Werke: „Die Meteoriten oder vom Himmel gefallenen Steine und Eisenmassen im k. k. Hof-Mineralien-Cabinete zu Wien u. s. w. 1843" bereits in der daselbst gegebenen „Verwandtschaftstabelle der Meteoriten", II Meteoreisen, nach Seite 162, die Unterscheidung der einzelnen Vorkommen gegründet. Unter den, in den vorhergehenden Abdrücken enthaltenen zeigen nach Partsch:

1. „Toluca Fig 9, Ellbogen Fig. 11, Agram Fig. 7, Lenarto Fig. 12, Durango Fig. 8" durch Ätzen mit Säuren oder Anlaufen durch Hitze vollkommene Widmannstätten'sche Figuren, d. h. mit der krystallinischen Structur und chemischen Beschaffenheit des Eisens, das theils rein, theils mit Nickel, Kobalt, Phosphor u. s. w. legirt ist, zusammenhängende Zeichnungen die aus Streifen, Zwischenfeldern und Einfassungsleisten bestehen. Die Zwischenfelder sind schraffirt und wiederholen im Kleinen die Beschaffenheit der Masse im Grossen.

2. Bohumilitz Fig. 6, Bahia Fig. 13 zeigen unvollkommene Widmannstätten'sche Figuren, d. b. die Einfassungsleisten sind wenig deutlich, die Zwischenfelder verschwinden fast ganz, die Streifen sind dagegen sehr breit, und schimmern fleckenweise und abwechselnd wie *moire métallique*. Zwischen beiden liegt Toluca das Stück Fig. 10. Von noch drei anderen Abtheilungen, welche im Vorhergehenden nicht durch Abdrücke repräsentirt sind, heisst es ferner bei Partsch.

3. Zacatecas, Rasgata, durch Ätzen entstehen keine Widmannstätten'schen Figuren, sondern längere feine Linien, die sich zwar öfter berühren und schneiden, und dadurch unvollkommene Zwischenfelder bilden; diese werden aber nur von diesen Linien (nicht von Streifen mit Begrenzungsleisten) umgeben, und sind zum Theil mit unterbrochenen kurzen Linien oder Strichelchen angefüllt.

Digitized by Google

4. Tucuman, Senegal. — Durch Ätzen entstehen keine Widmannstätten'schen Figuren, sondern kurze feine Linien, die sich oft berühren und schneiden, ohne Mittelfelder zu bilden, und dem Ganzen eine gestrickte oder federartige Zeichnung verleihen.

5. Cap der guten Hoffnung, Clairborne, durch Ätzen entstehen entweder gar keine Figuren, oder es ziehen sich über die geätzte graue und feinkörnige Fläche einzelne, zuweilen mehrere parallele Bänder hin, die jedoch nur sichtbar sind, wenn die Fläche nach gewissen Richtungen gehalten wird.

Es ist leicht die Beschreibungen in den Abdrücken wieder zu finden. Braunau, Fig. 5, reiht sich wohl unwidersprechlich in die Abtheilung 3, mit den langen Ätzungslinien. Die Abdrücke des reinen krystallinischen Eisens von Herrn Dr. Prestel zeigen Linien genau von derselben Art, aber je zwei benachbarte Partien von Linien haben keine Beziehungen zu einander. Sie zeigen gegen Licht gehalten abwechselnd gleichzeitige Spiegelung, indem sie auch wie die Meteoreisen von Bohumilitz, Bahia, Toluca den so schönen Krystalldamast — *moire métallique*, wenn er mit Metallglanz verbunden ist — hervorbringen, aber jede Spur von zwillingsartiger Anordnung fehlt in den benachbarten Theilen, welche so auffallend in dem Zwillingsdamast gerade dieser Eisenmassen von Bahia, Toluca, Bohumilitz hervortreten. Das eigentliche Charakteristische der Widmannstätten'schen Figuren bilden aber die gewissen nach der Ätzung hervorstehenden Grate, die von der Säure weniger stark angegriffen wurden, und daher eine glatte Oberfläche zeigen, während die vertiefte Fläche des stärker angegriffenen reineren Eisens rauh ist. Viele dieser Theile sind ganz einfach Schreibersit, ob in allen Fällen, verlangt wohl noch eine grössere Anzahl erneuerter chemischer Untersuchungen. Die Abdrücke der scharf hervortretenden Grate sind besonders deutlich; bei dem Eisen von Bohumilitz zeigen sich diese nur wenig, die einzelnen Krystallfelder begrenzend, in diesen dagegen werden die Zwillingsstreifen, wie sie Herr Neumann an dem Meteoreisen von Braunau studirt hat, sehr bemerkbar. Zwillingsstreifen und Widmannstätten'sche Figuren drucken sich sehr gut in der Buchdruckerpresse ab, der Krystalldamast kann auf derselben durch Übertragung nicht ausgedrückt werden. Es würde dies ohne Zweifel wohl auf der Kupferdruckerpresse gelingen, aber man müsste den Grund, auf welchem der Abzug geschehen soll mit einer vollkommen

Digitized by Google

polirten Metallschicht überziehen, auf welche sich die feinen Unebenheiten eben so übertragen liessen, wie die Barton'schen Irislinien von der mit einem Diamant gravirten Stahlplatte auf Gold oder andern Metallgrund.

Ich habe mich im Vorhergehenden für die Beschaffenheit der Flächen, welche bei gleicher Lage des Lichteinfalls und wechselnder Lage der Flächen, das Licht in bestimmten gegen einander scharf begrenzten Partien zurückwerfen, des Ausdrucks „Krystalldamast" bedient. Die Erscheinung selbst ist längst bekannt, sie leitete mich unter andern zur Nachweisung des zusammengesetzten Zustandes gewisser Bergkrystalle [1]), aber sie wird gegenwärtig immer wichtiger, nachdem Herr Professor Leydolt sie auf so vielen Flächen nachgewiesen hat, auf denen es gelingt sie durch Schleifen, Poliren und Ätzen hervorzubringen, vor Allem merkwürdig auf den senkrecht gegen die Axe liegenden Flächen an Bergkrystallen. Viele Meteoreisen zeigen nun einen wahren Zwillings-Krystall-Damast, während der des krystallinisch gewordenen Eisens nur unregelmässig, eben die grosskörnige Structur hervortreten lässt.

Der Krystall-Damast lässt sich leicht auf eine Haut von Hausenblase übertragen, eben so wie die feinen, Interferenzfarben zeigenden Streifen der Irisflächen; mit den Zwillingslinien gelingt dies noch leidlich, die eigentlichen Widmannstätten'schen Figuren, welche so schöne Drucke liefern, sind aber dazu schon zu grob, und dazu um so weniger geeignet, je tiefer die Ätzung ging.

Zur Vergleichung wird hier Fig. 3 noch ein Abdruck von einem nach der Diagonale geschnittenen Stabe von frischgeschmiedetem Stangeneisen beigefügt; Fig. 4 ist der Querschnitt davon. Er zeigt reine Faserstructur, im Längen- und Querschnitte.

Herrn Dr. Prestel's freundliche Mittheilung gab mir eine erwünschte Veranlassung die zwar längst beschriebenen aber doch lange nicht nach allen Richtungen allgemein bekannten Verhältnisse der Widmannstätten'schen Figuren wieder in das Gedächtniss zu bringen. Krystallstructur und Theilbarkeit, Zwillingsbildung, dem Gestrickten analoge Anordnung der Theilchen des durchaus gleichartigen Eisens, und der so eigenthümlichen Austheilung des Schrei-

---

[1]) *The faces of the prism r possess a damask-like appearance, if the reflection of light be properly managed. Brewster's Edinburgh Journal of Science, 1824.*

Digitized by Google

bersits in der weniger nickelhaltigen Grundmasse, so wie die mancherlei zum Theil erst neuerlich von Wöhler aufgefundenen Einschlüsse verdienen wohl neuerdings eine Monographie. Nur wenige Abdrücke sind hier neben einander gesetzt. Niemand wäre so vorbereitet wie unser hochverehrter Freund und College, Herr Director Partsch und nirgend sind die Bedingnisse des Gelingens so reichhaltig vorhanden wie in unserem k. k. Hof-Mineralien-Cabinete in Wien, um ein Werk dieser Art in das Leben zu rufen.

---

## *Das Eis der Donau bei Wien, und das Eis des Rheins bei Koblenz.*

Ein Prioritätsanspruch

von dem w. M. W. Haidinger.

Die Österreichisch-Kaiserliche Wiener Zeitung vom 28. Februar d. J. enthält auf einer Seite (539) zwei denkenswerthe Angaben:

1. „Der Eisstoss ist gestern Nachmittag auf der Donau, Gott sei Dank, glücklich abgegangen."

2. „Aus Koblenz schreibt man, dass am 20. d. M. die dortige Pionnier - Abtheilung Versuche im Eissprengen mittelst Pulvers gemacht habe, welche überraschende Ergebnisse geliefert haben. Die Eisdecke wurde durch die Explosion so gelockert, dass sich Eissäume von bedeutender Grösse lösten und den Strom hinabtrieben. Man hofft damit ein wirksames Mittel gegen Eisstopfungen gefunden zu haben."

Der Geist, in welchem die zwei Nachrichten abgefasst sind, verdient wohl in seiner Verschiedenheit vergleichungsweise aufgefasst zu werden. Die erste Nachricht drückt augenscheinlich eine glücklich überstandene Furcht und Gefahr aus, über jede menschliche Hilfe erhaben, ein wahres einfaches Abwarten. Die zweite berichtet von Arbeiten mit menschlicher Kraft ausgeführt, welche ganz geeignet sind, Vertrauen einzuflössen, und vollkommen hinreichend, um für die Zukunft das Gefühl von Sicherheit vor Schaden zu begründen, der bisher nicht zu vermeiden schien.

Die Arbeiten, welche bei Koblenz mit Pulversprengungen gemacht wurden, beruhen darauf, dass man von tiefer liegenden

Digitized by Google

eisfreien Stellen eines Flusses aus beginne, die gegen höhere Stellen zu anstossende Eisdecke abzuräumen. Dies ist es aber, was ich in meinen ersten, den Gegenstand berührenden „Betrachtungen über den Eisgang der Flüsse“ [1]) in der Versammlung von Freunden der Naturwissenschaften vom 19. März 1847 vorschlug, als „ein leichtes Mittel,“ um „mit voller Sicherheit die aufeinander folgenden Ereignisse zu leiten,“ und zwar dadurch, „dass man unterhalb der Gegenden, die durch Überschwemmungen unverhältnissmässig Verluste erleiden würden, also unterhalb der bewohnten Orte, die Eisdecke schon lange vor der Ankunft der Hochwasser künstlich zerstört. Nur bei sehr dicker Eisdecke wird Beihilfe durch Pulverschläge, die unter dieselbe eingeschoben werden, nothwendig sein, wie 1830 in Mühlhausen, 1838 in Bremen mit Erfolg geschah. Sonst lösen sich etwa den dritten Tag des eingetretenen Thauwetters die Tafeln leicht ab und schwimmen fort, wenn man nur ein wenig mit Stangen, Wagenwinden u. s. w. an den Ufern nachhilft.“

Hier ist das Princip des Abräumens der Eisdecke von unten vollständig gegeben und Beihilfe mit Pulver nur für stärkere Dicken erwähnt, nach Beispielen, die zwar in Zeitungsblättern namhaft gemacht waren, aber ohne doch alle Nebenumstände mitzutheilen, wie es wohl eigentlich wünschenswerth gewesen wäre; denn Eissprengungen sind wohl sonst auch noch öfters erwähnt, aber nicht gerade mit dem ausgesprochenen Zwecke, die Eisdecke von unterhalb beginnend abzuräumen.

Nach jener Mittheilung kam ich noch in der Versammlung von Freunden der Naturwissenschaften am 4. Februar 1848 auf denselben Gegenstand zurück, eben so in der Sitzung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vom 11. Jänner 1849 [2]). Die Freiherren v. Czoernig und v. Forgatsch, die Herren Professoren Dominik Columbus in Linz und P. Joseph Arenstein in Pesth nahmen damals vielen Antheil an der Frage. Der Letztere insbesondere stellte wichtige Beobachtungen an in den Jahren 1847—48,

---

[1]) Wiener Zeitung vom 8. April 1847. Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften 1847, Bd. II, S. 278.

[2]) Das Eis der Donau in dem gegenwärtigen Winter 1848/49. Sitzungsberichte, Bd. 2, S. 24.

Digitized by Google

1848—49 und 1849—50 [1]), die er mit 9 lehrreichen Tafeln an die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften einsandte. Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes hatte diese selbst eine grössere Anzahl Separatabdrücke von Herrn Professor Arenstein's Mittheilungen anfertigen lassen, welchen auch ich neue Abdrücke meiner früheren Mittheilungen beilegte, und welche auf diese Art durch die k. k. Ministerien an den Orten vertheilt wurden, wo man sich die meiste Aufmerksamkeit für den Gegenstand versprechen konnte. Namentlich hatte auch das k. k. Handels-Ministerium Einleitungen zu mancherlei Beobachtungen in Bezug auf Eis- und Wasserverhältnisse der Donau getroffen und davon die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in der Sitzung vom 9. Jänner 1851 verständigt. Unser verehrtes, correspondirendes Mitglied, Herr K. Fritsch, hatte seiner Seits in der Sitzung vom 13. Februar 1851 [2]) mehrjährige werthvolle Beobachtungen über Eis- und Wasserverhältnisse der Moldau bei Prag mitgetheilt, namentlich über den Eisstoss vom 27. und die darauffolgende ausserordentliche Thaufluth vom 29. März 1845, welche wohl selbst durch eine vorhergehende Stauung in einem höher gelegenen Theile der Moldau bedingt war.

Aber es ist schwer, es ist beinahe unmöglich, bei solchen Veranlassungen wie die ursprüngliche Frage war, bis dahin zu dringen, wo die Vorschläge ausgeführt werden könnten. Ein durch die obige von Wien und der Donau unter 1. angeführte Mittheilung als höchste Gefahr drohend anerkannter Eisstoss ist vorüber gegangen, ohne dass auch nur mit einer Sylbe der Verhandlungen früherer Jahre in den Versammlungen von Freunden der Naturwissenschaften, ja im Schoosse der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften selbst und bei den hohen k. k. Ministerien gedacht worden wäre. Dagegen wird im Rhein bei Koblenz dasselbe Princip in einem gelungenen Versuch angewendet, und „man hofft damit ein wirksames Mittel gegen Eisverstopfungen gefunden zu haben".

Die Zusammenstellung der Thatsachen, die Vergleichung der Daten sprechen wohl für sich, um zu beweisen, dass ich das Princip

---

[1]) Eisverhältnisse der Donau, beobachtet in Pesth, Sitzungsberichte, Bd. III, S. 331 und Bd. V, S. 138 und 201.

[2]) Sitzungsberichte u. s. w., Bd. 6, S. 150.

Digitized by Google

der Abräumung der Eisdecke von den niedriger gelegenen offenen Stellen der Flüsse aus schon vor mehreren Jahren aussprach. Freilich liegt noch ein grosser Zwischenraum zwischen der Aussprechung des Princips und der wirklichen Anwendung. Dass es mir nicht vollständig gelang, so weit vorzudringen, bis diese erfolgt wäre, fällt wohl mir nicht zur Last. Ich muss vielleicht darauf auch für die Zukunft verzichten. Doch sollte dies nicht geschehen, bevor ich nicht noch einmal auf dasselbe aufmerksam machte, wo man mit leichter Mühe und geringen Kosten Unglücksfälle und Zerstörung vermeiden kann, welche so oft die grössten Verluste und Scenen des Elendes herbeigeführt und die tiefsten Wunden zurückgelassen haben. Ich scheue mich nicht, zu diesem Zwecke die an sich etwas anspruchsvolle Form einer Prioritäts-Reclamation zu wählen, weil es doch möglich ist, dass sie vielleicht einige Aufmerksamkeit erregen wird, wo eine einfache Mittheilung, wie bisher, ganz spurlos vorübergehen dürfte.

Schön und lehrreich muss übrigens die Arbeit auf dem Rhein von Ehrenbreitstein aus anzusehen gewesen sein, dessen die Gegend beherrschende Lage wohl überhaupt zur Anstellung derselben einlud. Ich ergreife hier auch gerne die Veranlassung, um den Herren, welche dort den Gedanken fassten und ihn so gelungen durchgeführt haben, meine volle Anerkennung darzubringen. Möchte der Erfolg auch in künftigen Jahren und anderwärts systematisch angewandt werden und als Regel in der Behandlung der Ströme zur Zeit des Aufbruchs der Eisdecken gelten.

Digitized by Google

## *Über die Oxyde $R_2O_3$.*

Von dem w. M., **Prof. Fried. Rochleder** in Prag.

Ich habe im verflossenen Jahre die Ehre gehabt, der k. Akademie eine Abhandlung über die Constitution der organischen Verbindungen vorzulegen, deren Inhalt im Wesentlichen in folgenden drei Sätzen sich zusammenfassen lässt:

1. Die höher zusammengesetzten Radicale entstehen aus einfacher zusammengesetzten Radicalen durch Substitution, indem der Wasserstoff durch Radicale vertreten wird.

2. Die Natur einer Verbindung hängt ab von der des Radicales. Ist das Radical elektropositiv, so ist die Verbindung mit Sauerstoff ein basisches Oxyd, ist das Radical elektronegativ, so ist die Verbindung des Radicales mit Sauerstoff eine Säure.

3. Enthält die Verbindung, in der ein elektropositives Radical enthalten ist, ein, zwei oder drei Äquivalente Sauerstoff mit dem Radicale verbunden, so ist das Oxyd eine einsäurige, zwei- oder dreisäurige Base, ist das elektronegative Radical mit ein, zwei oder drei Äquivalenten Säuerstoff verbunden, so ist das Oxyd eine ein-, zwei- oder dreibasische Säure.

Ich habe in der erwähnten Abhandlung darauf hingedeutet, dass eine basische Verbindung aus dem angegebenen Grunde um so schwächer basisch wird, je mehr Äquivalente eines elektropositiven Elementes, z. B. Wasserstoff durch elektronegative Elemente vertreten werden, so dass zuletzt aus einem basischen Oxyde eine Säure wird, z. B. $C_2H_3,O$ ist ein basisches Oxyd, $C_2H,\frac{O_2}{O}$ ist eine Säure.

In der in Rede stehenden Abhandlung habe ich auch auf einige unorganische Verbindungen hingewiesen, wie auf die drei Phosphorsäuren, die arsenige Säure und Arsensäure u. s. w.

Ich erlaube mir in den folgenden Zeilen die Aufmerksamkeit der Akademie auf die Oxyde der Metalle zu lenken, die aus zwei Äquivalenten Metall und drei Äquivalenten Sauerstoff bestehen, die manchen Ansichten in der organischen Chemie so sehr im Wege stehen, dass man genöthigt war Hypothesen über diese Oxyde aufzustellen, die ihre Zusammensetzung mit denen anderer Körper in Einklang zu

Digitized by Google

bringen bestimmt waren. Ich erinnere nur an den Versuch von Gerhardt, den Metallen, welche neben einem Oxyde MO auch ein zweites Oxyd $M_2O_3$ bilden können, in diesen beiden Verbindungen zweierlei Atomgewicht zu geben.

Die Analyse der Salze, welche die Oxyde $R_2O_3$ mit Säuren geben, hat gezeigt, dass sie, wenn die Säure des Salzes einbasisch ist und das Salz neutral, nach der Formel $R_2O_3 + 3\bar{S}'$ zusammengesetzt sind, wobei $\bar{S}'$ eine einbasische Säure bedeutet. Die Formel $2(R_2O_3) + 3\bar{S}''$ drückt die Zusammensetzung der neutralen Salze dieser Basen mit einer zweibasischen Säure aus, die mit $\bar{S}''$ bezeichnet ist. Die neutralen Salze dieser Oxyde mit einer dreibasischen Säure werden, wenn $\bar{S}'''$ eine dreibasische Säure bezeichnet, durch die Formel $R_2O_3 + \bar{S}'''$ repräsentirt.

So bezeichnet, stimmt die Zusammensetzung dieser Salze mit dem oben aufgestellten Satze überein, dass die Summe der Sauerstoffäquivalente ausser dem Radicale in der Base gleich ist der Summe der Sauerstoffäquivalente, ausser dem Radicale in der Säure.

Demnach ist das Radical dieser Oxyde z. B. der Thonerde, des Eisenoxydes, des Chromoxydes und Manganoxydes, ein Doppelatom des Metalles, also ein elektropositives Radical.

Alle diese Oxyde haben auch die Fähigkeit sich mit den Oxyden der Alkalimetalle und den Oxyden der Metalle, der alkalischen Erden u. s. w., zu verbinden, in welchen Verbindungen die Oxyde $M_2O_3$ die Stelle einer Säure einnehmen.

Diese Thatsache könnte scheinbar als Einwurf gegen den aufgestellten Satz gebraucht werden und ich erlaube mir daher hier näher auf diese Verbindungen einzugehen.

Während die neutralen Salze, in denen $M_2O_3$ als Base fungirt, drei Äquivalente einer einbasischen Säure enthalten, ist in den Verbindungen, welche $M_2O_3$ als Säure enthalten, nur ein Äquivalent MO als Base vorhanden.

Von keinem Oxyde ($M_2O_3$) sind solche Verbindungen in gleicher Anzahl bekannt wie von der Thonerde $= Al_2O_3$. Die Formel der Salze, in welchen Thonerde als Säure fungirt ist $Al_2O_3 + MO$.

$Al_2O_3 + MgO =$ Spinell,
$Al_2O_3 + GlO =$ Chrysoberyll,
$Al_2O_3 + ZnO =$ Gahnit,
$Al_2O_3 + FeO =$ Hercinit,



Digitized by Google

sind Beispiele in der Natur vorkommender Salze der Thonerde, in denen die Thonerde als einbasische Säure auftritt.

$$Al_2O_3 + KO \text{ und}$$
$$Al_2O_3 + KO + 2\,aq.$$

wurden von Unverdorben und Fremy dargestellt.

$$Al_2O_3 + CaO \text{ und}$$
$$Al_2O_3 + BaO$$

wurden durch Fällen von $Al_2O_3 + KO$ mit Chlorcalcium und Chlorbaryum erhalten. Aus überschüssigem kohlensaurem Natron treiben 51,4 Thonerde 22,6 Kohlensäure aus, also $2Al_2O_3$ treiben $C_2O_4$ aus, die Verbindung von Thonerde mit Natron muss daher aus $Al_2O_3 + NaO$ zusammengesetzt sein.

Das Hydrat der Thonerde, welches diesen Verbindungen entspricht, ist der Diaspor $= Al_2O_3 + HO$. Der Diaspor ist in Salzsäure unlöslich, er ist nicht das Hydrat der Base Thonerde, sondern der Säure Thonerde, die zu Säuren eben wenig Verwandtschaft besitzt, sondern sich nur durch Einwirkung von starken Säuren in die Base Thonerde umwandeln lässt.

Das Hydrat der Base Thonerde ist $Al_2O_3 + 3HO$, wir erhalten es durch Fällen einer Lösung der Thonerde in Salzsäure oder Salpetersäure, also aus einer Verbindung, in welcher die Thonerde als Base enthalten war, durch Ammoniak. Dieses Hydrat ist in Säuren löslich. Der Gibbsit $= Al_2O_3 + 3HO$ ist ebenfalls ein Hydrat der Base Thonerde, er zeigt sich im Gegensatze zum Diaspor in Säuren löslich.

Das sogenannte Bleigummi $= (PO_5 + {}_3PbO) + 6(Al_2O_3 + {}_3HO)$ ist ebenfalls in Säuren löslich.

Halten wir den Grundsatz fest, dass die ausser dem Radical gelegenen Sauerstoff-Äquivalente der Säure und Base in einem neutralen Salze gleich sind an Zahl, so ergibt sich daraus, dass die Thonerde als Säure ein anderes Radical enthalten müsse, als die Thonerde als Base, dass die Thonerde als Säure aus einem Radicale $Al_2O_3$ verbunden mit einem Äquivalente Sauerstoff bestehen müsse. Wenn aber die Thonerde als Base auftritt, ist in ihr $Al_2$ als Radical mit drei Äquivalenten Sauerstoff verbunden. Die Thonerde ist also $Al_2, O_3$ eine dreisäurige Base, $Al_2O_2, O$ ist Thonerde als einbasische Säure. Das Radical $Al_2$ ist elektropositiv, desshalb ist die Verbindung mit Sauer-

Digitized by Google

stoff eine Base, das Radical $Al_2O_3$ ist elektronegativ, desshalb ist die Verbindung mit einem Äquivalente Sauerstoff eine Säure, und zwar eine einbasische, weil sie nur ein Äquivalent Sauerstoff ausser dem Radicale enthält. Ganz wie die Thonerde verhalten sich das Eisenoxyd das Manganoxyd und Chromoxyd. Das Eisenoxyd mit kohlensaurem Natron erhitzt, treibt so viel Kohlensäure aus, dass auf 2 Äquivalente $Fe_2O_3$ ein Äquivalent $C_2O_4$ kömmt. Die Verbindung enthält also $Fe_2O_3 + NaO$. Dass die Verbindungen des Eisenoxydes, worin es die Rolle einer Säure spielt, denen der Thonerde analog zusammengesetzt sein müssen, ergibt sich schon aus dem Umstande, dass in Verbindungen, in welchen die Thonerde als Säure fungirt, sie durch Eisenoxyd vertreten werden kann.

Chlorospinell ist $12\,MgO + \begin{cases} 11\ Al_2O_3 \\ 1\ Fe_2O_3 \end{cases}$. Ein $12^{tel}$ der Thonerde in der Verbindung $Al_2O_3 + MgO$ ist durch Eisenoxyd ersetzt. Ist die Thonerde im Spinell $Al_2O_3, O$, so muss das Eisenoxyd im Chlorospinell $Fe_2O_3, O$ sein, während es in den Eisenoxydsalzen $Fe_2O_3$ ist, das heisst das Eisenoxyd als Base ist eine dreisäurige Base, als Säure eine einbasische Säure. Das Radical der Base ist ein Doppelatom Eisen, also elektropositiv, das Radical des Oxydes als Säure ist eine Verbindung eines elektronegativen Radicales $Fe_2O_2$.

Wir kennen entsprechende Hydrate, ein Hydrat $= Fe_2O_3 + HO$, d. h. $Fe_2O_2, O + HO$ und ein Hydrat $Fe_2O_3 + 3HO$, d. h. $Fe_2O_3 + 3HO$. Verschiedene Raseneisensteine sind Verbindungen, vielleicht Gemenge beider Hydrate, z. B. das Hydrat $2(Fe_2O_3) + 3\,HO$ lässt sich betrachten als $(Fe_2O_3 + 3HO) + 3(Fe_2O_2, O + HO)$, das Hydrat $Fe_2O_3 + 3HO$ als $(Fe_2O_2, O + HO) + (Fe_2O_3 + 3HO)$. Der Franklinit ist $ZnO + Fe_2O_2, O$. Er ist isomorph dem Spinell, ein Theil seines Zinkoxydes ist durch Eisenoxydul und Manganoxydul ersetzt. Ein Theil des Eisenoxydes ist im Franklinit substituirt durch Manganoxyd $= Mn_2O_3$, woraus sich ergibt, dass das Manganoxyd als Säure auftreten kann und dem Eisenoxyd analog, dann als $Mn_2O_2, O$ betrachtet werden muss.

Das Chromoxyd gibt vielerlei Hydrate, aus denen sich nichts ersehen lässt, die Verbindung des Chromoxyd mit Kalk, worin das Chromoxyd als Säure fungirt, ist basisch wie die Verbindung des Eisenoxydes mit Kalk, die wie die Chromverbindung von Pelouze dargestellt wurde. Dagegen gibt der Chromeisenstein Aufschluss



Digitized by Google

über die Natur des Chromoxydes als Säure. Dieses Mineral ist $Al_2O_3 + FeO$. Das Chromoxyd ist theilweise durch Thonerde substituirt, wie anderseits das Eisenoxydul durch Bittererde. Das Chromoxyd muss also ganz entsprechend der Thonerde in dieser Verbindung als $Cr_2O_3, O$ angesehen werden. Dieselbe Zusammensetzung kömmt dem Chromoxyd in der Verbindung $Cr_2O_3 + MgO$ zu, die Ebelmen künstlich in Oktaedern krystallisirt erhalten hat.

Betrachten wir daher die Verbindungen eines dieser Metalle mit Sauerstoff z. B. die des Eisens, so haben wir im Eisenoxydul FeO eine einsäurige Base, weil das Radical Fe elektropositiv ist, in dem basischen Eisenoxyd haben wir eine dreisäurige Base, weil das Radical $Fe_2$ elektropositiv ist. Das Oxydul ist eine einsäurige, das Oxyd eine dreisäurige Base, weil Ersteres ein, Letzteres drei Äquivalente Sauerstoff ausser dem Radicale enthält. Das Eisenoxyd als Säure ist eine einbasische Säure, weil darin ein Äquivalent von Sauerstoff ausser dem Radicale liegt und das Radical $Fe_2O_3$ durch seinen Sauerstoffgehalt elektronegativ ist.

---

## Vorträge.

### *Das Erdbeben in Schemnitz am 31. Jänner 1855.*

Mitgetheilt von dem c. M., Hrn. **Ministerialrath v. Russegger.**

Es war dieses Erdbeben das dritte, welches seit einer Frist von 9 Monaten in Schemnitz eintrat; das erste war am 28. April, das zweite am 16. September vorigen Jahres. Man merkte auch dies Mal nur einen Stoss, stärker als die beiden früheren, senkrecht von unten kommend und mit einem kanonenschussartigen Knalle, so dass die Mauern aller Gebäude erbebten und mehrere Risse bekamen. Die Zeit des Eintrittes war 1 Uhr 35 Min. Nachmittags. Am stärksten sprach sich die Wirkung wieder in der Mitte der Stadt in der Umgebung des sogenannten Kaufhausschächtchens aus, das übrigens nicht die mindeste Veränderung zeigt.

Eine unmittelbar angeordnete Befahrung des Grubenbaues ergab keine Spur eines Verbruches, aber anderweitige, eben so gewaltige als interessante Wirkungen des Stosses. Er wurde auf dem Spitaler Hauptgange bis hinab in die grösste Teufe, welche der Bergmann

Digitized by Google

noch nicht berührt hat, und zwar nach abwärts mit zunehmender Gewalt, verspürt. Das feste Gestein und die Grubenmauern bekamen hie und da Risse, nur die Zimmerung widerstand; das Krachen des Gesteines war, nach der Aussage der in der Grube beschäftigten Knappen, fürchterlich, und im Augenblicke der Detonnation fand stellenweise ein solcher Windstoss Statt, dass die Grubenlichter erloschen, und die Arbeiter glaubten, der gange Grubenbau, das Werk von Jahrhunderten, stürze über ihren Köpfen zusammen. Hie und da lösten sich Gesteine aus fester First, und ein paar Arbeiter wurden auf solche Weise verwundet.

Von grosser Wichtigkeit war es, die Grösse und Form des Erschütterungskreises über Tags und in der Grube kennen zu lernen. Ersteres gelang durch zahlreiche sogleich und vorsichtig eingeleitete Erkundigungen um so leichter, als die Gehänge des Bergkessels, in denen Schemnitz liegt, stark bevölkert sind, und daher eine Masse von Daten zu Gebote stand. Man überzeugte sich, dass die Erschütterung eine centrale war und man es mit keiner Spaltenwirkung zu thun hatte. Überraschend ist die genaue Übereinstimmung der Form des Erschütterungskreises mit den peripherischen Umrissen der inneren Seite der Gebirgsgehänge, welche Schemnitz einschliessen ungefähr in der halben Höhe der Bergrücken ober der Thalsohle. Der Erschütterungskreis hat ganz die Form eines Kraters, an dessen nordöstlichem Rande sich der schöne Basaltkegel des Kalvarienberges erhebt. Und betrachtet man den Gebirgskessel von Schemnitz genau, so liegt der Gedanke nicht fern, dass derselbe ein Erhebungskrater im Grünstein und Grünsteinporphyr-Gebirge sein dürfte, den der Spitaler Hauptgang mitten durchsetzt, und an dessen nordöstlichem Rande eine Basalt-Eruption, die einzige in seiner nächsten Umgebung, stattgefunden hat.

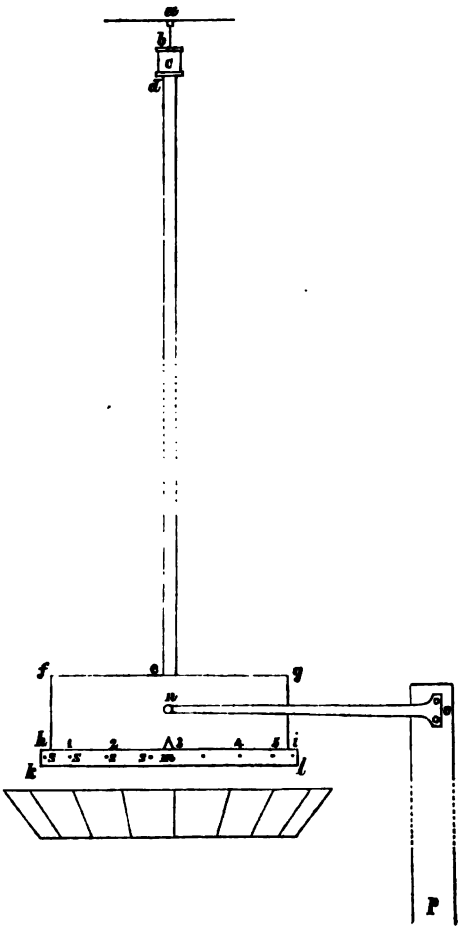
Leider fehlen die Daten zur genauen Ausmittelung des Erschütterungskreises in der Grube, da die Arbeiter nur an einzelnen Punkten, oft weit von einander entfernt, beschäftigt waren. Wäre es gelungen, die unterirdischen Erschütterungskreise in verschiedenen Horizonten auszumitteln, so würde es vielleicht möglich sein, annäherungsweise die Tiefe des eigentlichen Ausgangspunktes der Bewegung zu bestimmen; so aber ist aus den gemachten Erhebungen nur zu entnehmen, dass derselbe etwas nordöstlich von der verlängerten Axe des Kaufhausschächtchens zu suchen ist.

Digitized by Google

## *Über einen neuen Erdbebenmesser.*

Von dem w. M. Director K. Kreil.

Ein guter Erdbebenmesser gehört noch immer unter die frommen Wünsche; er soll nicht nur den Eintritt der stärkeren Stösse, sondern auch jenen der schwächeren, die Zeit, die Richtung und Stärke des Stosses angeben, eine Aufgabe, die für einen selbstzeichnenden Apparat zu gross ist. Es muss daher jede Idee zur Verbesserung solcher Vorrichtungen willkommen sein und aus diesem Grunde erlaube ich mir den beifolgenden Entwurf vorzulegen.




Es sei *de* eine in *a* aufgehängte Stange von Holz oder Metall, welche bei *d* an der elastischen Feder *c* nach Art eines Uhrpendels befestigt ist, daher in einer auf die Ebene dieser Feder senkrechten Richtung schwingen kann; *ab* sei eine zweite auf die erste senkrecht stehende Feder, welche der Pendelstange in der Ebene der Feder *c* zu schwingen erlaubt. Die Stange *de* und die an ihr befestigte Last kann daher in jeder Richtung schwingen, ohne dass ihr gestattet wäre sich um ihre eigene Längenaxe zu drehen, wie es z. B. bei einem Faden oder dünnem Drathe der

Digitized by Google

Fall wäre. Der Cylinder *fghi* umfasst ein Uhrwerk, das ihn nöthigt, sich in 24 Stunden einmal um seine senkrechte Axe zu drehen. Er ist mit Papier überzogen oder einem anderen Stoffe, auf welchem ohne grossen Druck geschrieben werden kann. Er enthält am unteren Rande die Stundenzahlen, welche hinter einem am Teller *hikl* befestigten Zeiger *m* vorüber gleiten. An einem nebenstehenden Pflocke *op* ist ein elastischer und dünner Arm von Messing *on* angebracht, der in *n* den Bleistift trägt, der mittelst eines Schraubengewindes gegen den Cylinder geschoben und davon entfernt werden kann. Er ist in stäter Berührung mit demselben und zeichnet darauf eine ununterbrochene Linie, so lange das Pendel in Ruhe bleibt. Fängt aber dasselbe in Folge einer Erschütterung zu schwingen an, so wird die Linie unterbrochen und es entstehen Striche, welche eine horizontale Lage haben werden, wenn das Pendel in der mit *no* parallelen Richtung schwingt, eine senkrechte, wenn die Schwingung auf die Richtung *no* senkrecht vor sich geht. Die Stärke und Ausdehnung dieser Striche wird eine Schätzung der Stärke des Stosses erlauben. Die Mitte der Striche oder, wenn sie vertical sind, der Endpunkt der ununterbrochenen Linie gibt die Zeit des Eintrittes an.

Stärke und Richtung des Stosses können auch abgeschätzt werden, wenn der Teller *hikl* eine ringförmige Vertiefung hat, die mit Quecksilber zu füllen ist, bis es die an der Seite angebrachten Löcher *s*, *s*, *s* . . . . erreicht. Bei eingetretener Bewegung wird das Quecksilber durch diese Löcher ausgegossen und in einer, in eben so viele Fächer als Löcher sind, getheilten Schale aufgefangen, wie dies bei schon bestehenden Vorrichtungen dieser Art gebräuchlich ist.

Digitized by Google

## *Magnetische und geographische Ortsbestimmungen an den Küsten des adriatischen Golfes im Jahre 1854.*

Von dem w. M., Director K. Kreil.

(Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.)

Derselbe sprach über die Ergebnisse der von ihm im Sommer des Jahres 1854 ausgeführten Bereisung der Küsten des adriatischen Golfes zu dem Zwecke, die magnetische Declination aufs Neue zu bestimmen, deren seit ungefähr 30 Jahren unbeachtete Änderung die Seefahrer an jenen nicht leicht zu befahrenden Küsten in manche Verlegenheiten und Gefahren gebracht hatte. Da nämlich die in den Seekarten eingetragenen Angaben der Declination von einer Epoche herrühren, wo sie sich sehr wenig änderte, indem die Magnetnadel damals, nämlich in den ersten Decennien dieses Jahrhunderts, bei ihrer grössten westlichen Ausweichung angekommen war, so glaubte man diese unmerklichen Änderungen um so eher vernachlässigen zu können, als es für nautische Zwecke in Meeren von so geringer Ausdehnung hinreicht die Richtung des Compasses bis auf einen Grad zu kennen. Allmählich nahm aber die rückgängige Bewegung der Magnetnadel gegen Osten an Raschheit zu, so dass die westliche Declination jetzt zu einer jährlichen Abnahme von 8 — 10 Bogenminuten gelangt ist, was im Verlaufe mehrerer Jahre zu einem Betrage anwachsen muss, der sich schon auf Reisen von wenigen hundert Seemeilen, wie sie auch auf diesem Golfe vorkommen, bemerklich machen kann, und bereits mehrmals die Folge nach sich zog, dass Schiffe, welche nach dieser falschen Abweichung ihren Lauf strenge einhaltend von Triest ohne anzulegen nach Brindisi oder von Venedig nach Corfu segeln wollten, mehrere Meilen seitwärts von ihrem Bestimmungsorte anlangten. Das k. k. Marine-Ober-Commando trug daher darauf an, die magnetische Declination an mehreren Küstenpunkten aufs Neue bestimmen zu lassen und lud Herrn Kreil ein, diese Bestimmungen auszuführen. Dieser nahm mit Vergnügen einen Antrag an, der ihm Gelegenheit bot die schon im Jahre 1847 an einigen Punkten Istriens und Dalmatiens angestellten Beobachtungen zu wiederholen, sich dadurch von den an jenen

Digitized by Google

Punkten in der Richtung und Stärke der magnetischen Kraft vorgegangenen Änderungen zu überzeugen, und den Lauf der magnetischen Curven bis an die südlichen und westlichen Grenzen des Golfes zu verfolgen.

Während dieser Reise wurden die Beobachtungen an 21 Stationen ausgeführt, welche in einem von dem k. k. Marine-Ober-Commando verfassten Progromme vorgezeichnet waren, von denen 18 auf der von den österreichischen Schiffen viel häufiger befahrenen Ostküste, und nur drei auf der Westküste des Golfes lagen. Hierbei ist auch die dem adriatischen Golfe eigentlich nicht mehr angehörige Insel Corfu mitgezählt.

Die Ergebnisse der Beobachtungen sind in der folgenden Tafel enthalten, welche die Werthe der magnetischen Grössen für die Beobachtungszeit angibt.

| Ort | Zeit 1854 | Länge von Ferro | Breite | Declination | Inclination | Intensität der Horiz. Kraft | Intensität der Gesammt-Kraft |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Triest . . . | 18.—21. Juni | 31° 25′ | 45° 39′ | 14° 2·9 | 62° 36·1 | 2·0903 | 4·5424 |
| Venedig . . | 30. Jun.-3. Juli | 30 0 | 45 26 | 14 34·3 | 62 33·5 | 2·0893 | 4·5337 |
| Parenzo . . | 9.—11. „ | 31 16 | 45 14 | 14 15·2 | . . . | . . . | . . . |
| Pola. . . . | 13.—15. „ | 31 30 | 44 52 | 13 53·0 | . . . | 2·1189 | . . . |
| Fiume . . . | 17.—19. „ | 32 7 | 45 19 | 13 45·8 | 62 12·2 | 2·1099 | 4·5244 |
| Lussin piccolo | 22.—25. „ | 32 8 | 44 32 | 13 36·5 | 61 40·9 | 2·1328 | 4·4961 |
| Zara . . . . | 27.—29. „ | 32 55 | 44 7 | 13 41·3 | . . . | 2·1669 | . . . |
| Spalato . . | 1.— 2. Aug. | 34 7 | 43 31 | 13 3·6 | 60 26·1 | 2·2050 | 4·4689 |
| Curzola . . | 5.— 6. „ | 34 48 | 42 59 | 12 24·4 | 59 42·9 | 2·2443 | 4·4503 |
| Lagosta . . | 7.— 8. „ | 34 34 | 42 47 | 12 26·1 | . . . | . . . | . . . |
| Lissa . . . | 11.—12. „ | 33 51 | 43 5 | 12 32·0 | 59 31·9 | 2·2517 | 4·4407 |
| Lesina . . . | 13.—14. „ | 34 7 | 43 11 | 12 41·5 | . . . | 2·2372 | . . . |
| Gravosa . . | 16.—18. „ | 35 46 | 42 40 | 11 50·1 | 59 8·9 | 2·2663 | 4·4194 |
| Megline . . | 20.—21. „ | 36 14 | 42 27 | 11 54·2 | 58 52·3 | 2·2823 | 4·4149 |
| Antivari . . | 25.—29. „ | 36 39 | 42 6 | 11 33·0 | 58 23·5 | 2·2999 | 4·3882 |
| Durazzo . . | 2.— 4. Spt. | 37 9 | 41 19 | 11 20·3 | 57 49·5 | 2·3427 | 4·3994 |
| Valona . . . | 7.—13. „ | 37 10 | 40 29 | 11 19·9 | 56 52·5 | 2·3873 | 4·3686 |
| Corfu . . . | 17.—19. „ | 37 35 | 39 38 | 11 7·8 | 55 38·0 | 2·4314 | 4·3073 |
| Brindisi . . | 26.—29. „ | 35 40 | 40 39 | 11 50·7 | 57 9·1 | 2·3702 | 4·3698 |
| Molfetta . . | 2.— 3. Oct. | 34 21 | 41 14 | 12 28·9 | 57 52·9 | 2·3286 | 4·3798 |
| Ancona. . . | 19.—20. „ | 31 9 | 43 38 | 13 39·5 | 60 53·4 | 3·1821 | 4·4854 |

In Beziehung auf die in dieser Tafel enthaltenen Werthe der Intensitäten muss bemerkt werden, dass ihnen die sogenannte absolute oder Gauss'sche Einheit zu Grunde liegt. Will man sie in der von vielen Autoren noch gebrauchten willkürlichen Einheit ausdrücken, so hat man sie nur durch den Reductionsfactor 3·4941 zu dividiren.

Digitized by Google

Vergleicht man die Ergebnisse dieser Beobachtungen mit den in früheren Jahren ausgeführten Messungen, namentlich die Declinationen dieser Tafel mit jenen, welche an denselben Orten in dem Zeitraume von 1806 bis 1825 gefunden wurden, und die man in den Seekarten, z. B. in der *„Idrografia generale del mare adriatico"* (Milano 1825), aufgezeichnet findet, so zeigt sich, dass die Declination seit jener Zeit um 3° 18′ durchschnittlich abgenommen hat, was auf eine jährliche Abnahme von 5′1 schliessen lässt.

Es wurden aber bei Gelegenheit der Ausführung „Magnetischer und geographischer Ortsbestimmungen im österreichischen Kaiserstaate" im Jahre 1847 acht Stationen von den in der Tafel vorkommenden besucht, nämlich Triest, Venedig, Pola, Fiume, Zara, Spalato, Ragusa (bei Gravosa) und Cattaro (bei Megline), und die damals angestellten Messungen verglichen mit den jetzigen geben von 1847 bis 1854 eine jährliche Abnahme der Declination von 6′2.

Endlich zeigen die seit beinahe drei Jahren in Wien durchgeführten Declinationsbestimmungen eine jährliche Abnahme von 9′5.

Es ist demnach keinem Zweifel unterworfen, dass die seculäre Bewegung der Magnetnadel, von West gegen Ost, welche in den ersten Decennien dieses Jahrhunderts begonnen hat, bis auf den heutigen Tag noch in Zunahme begriffen ist.

Aus der Vergleichung der Beobachtungen über Inclination vom Jahre 1854 mit denen von 1847 ergab sich eine Abnahme derselben von 18′9 während dieser sieben Jahre, wobei jedoch zu bemerken ist, dass im Jahre 1847 die Messungen mit einem Inclinatorium von Repsold, im vergangenen Jahre aber mit einem von Lamont angegebenen Inductions-Inclinatorium ausgeführt worden sind, dass also ein Theil dieses Unterschiedes allerdings auf Rechnung der Verschiedenheit der verwendeten Apparate gesetzt werden könne.

Dass übrigens eine Abnahme der Inclination in den letzten Jahren stattgefunden habe, zeigen nicht nur die an so vielen anderen Stationen, namentlich in Prag und Wien, ausgeführten Beobachtungen, sondern es ergibt sich dies auch unzweifelhaft aus den Messungen, welche über die Intensität der Horizontalkraft angestellt worden sind. Vielfältige frühere Wahrnehmungen haben nämlich sicher gestellt, dass die Änderungen dieser Componente, wenn nicht ausschliesslich, doch bei weitem ihrem grösseren Theile nach von entsprechenden Änderungen der Inclination herrühren, und dass wenn diese abnimmt,

Digitized by Google

jene wächst und umgekehrt. Nun hat aber die Vergleichung der Beobachtungen zu Triest, Venedig, Fiume und Spalato in den beiden erwähnten Epochen dargethan, dass die Intensität der Horizontalkraft in diesen sieben Jahren wirklich um 0·0198 zugenommen habe. Die Abnahme der Inclination, wie sie oben angegeben ist, gibt aber unter Voraussetzung, dass die Gesammtkraft constant geblieben sei, eine Zunahme um 0·0225; der Unterschied beider Zahlen ist so klein, dass er ganz füglich den Beobachtungsfehlern oder der Verschiedenheit der Apparate zugeschrieben werden kann.

Man muss demnach aus diesen Beobachtungen folgern, dass die Änderung der Gesammtkraft zu klein ist, um sie aus einer so geringen Anzahl von Beobachtungen, die nur durch einen Zeitraum von einigen Jahren getrennt sind, bestimmt erkennen zu können, und dass die Änderungen in der horizontalen Intensität nur auf Rechnung jener der Inclination zu setzen sind.

Um aus den angestellten Beobachtungen die in jenen Gegenden stattfindende Vertheilung des Erdmagnetismus genauer erforschen zu können, ist es am besten die magnetischen Linien zu verzeichnen und sie an jene anzuschliessen, welche auf Grundlage der in den Jahren 1846 — 1851 ausgeführten magnetischen Ortsbestimmungen im Kaiserstaate in den übrigen Provinzen gezogen worden waren. Zu diesem Zwecke mussten aber die Ergebnisse sämmtlicher Beobachtungen auf dieselbe Epoche zurückgeführt werden, für welche man den Anfang des Jahres 1850 wählte.

In dem Laufe und der Vertheilung dieser Linien lässt sich wieder der Einfluss erkennen, den die Alpen auf die Äusserungen der magnetischen Erdkraft ausüben. Die Curven gleicher Declination (Isogonen) laufen nämlich in den Alpengegenden einander nicht parallel, sondern ausser verschiedenen Einbiegungen, welche erst noch häufigere und genauere Beobachtungen erfordern, geht z. B. die Isogone von 15° für die gewählte Epoche an dem westlichsten Theile der Küste des adriatischen Golfes vorüber, nämlich zwischen Rovigo, Padua und Venedig durch, und man findet sie in nördlicheren Breiten wieder östlich von Salzburg und St. Georgen im Attergau, westlich von Linz und Kremsmünster, sie macht daher mit dem geographischen Meridiane einen Winkel von ungefähr 30°, während die östlich vom Alpengebiete fallende Isogone von 13° zwischen Spalato, Lesina, Curzola und Lagosta durchgeht und sich ostwärts

Digitized by Google

von Pressburg wieder findet, daher mit dem geographischen Meridian einen Winkel macht, welcher kaum 10° beträgt. Daraus folgt, dass die Isogonen durch die österreichischen und steierischen Alpen näher an einander gerückt werden, oder, in Zahlen ausgesprochen, die Declination, welche je weiter gegen Osten desto kleiner wird, nimmt innerhalb der Alpen z. B. zwischen Salzburg und Mölk für einen Längengrad um 39 Minuten, ausserhalb derselben z. B. zwischen Komorn und Keneše am Plattensee um 24 Minuten, zwischen Molfetta und Durazzo um 23 Minuten für den Längengrad ab.

Die Curven gleicher Inclination (Isoklinen) nähern sich in ihrem Laufe mehr den Parallelkreisen und machen innerhalb der Alpen mit dem geographischen Meridiane einen Winkel von 70°, ausserhalb derselben von 80°, unter dem 40. Breitegrade beinahe von 90°. Sie rücken sich gegen Süden viel näher, denn die Isokline von 56°, südlich vom 40. Breitegrade gelegen, ist von der Isokline von 57° nur um 45′ entfernt, während die Isokline von 64°, zwischen dem 47. und 48. Breitegrade von jener von 63° um 1° 20′, also fast das Doppelte entfernt ist.

Die Isodynamen endlich oder die Linien gleicher Intensität der Gesammtkraft haben unter dem 48. Breitegrade eine Richtung von WNW. nach OSO., denn man sieht z. B. die Isodyname 4·58 zwischen Linz und Kremsmünster durchgehen und trifft sie wieder in Komorn und Keneše. In den südlicheren Gegenden hingegen nähern sie sich den Parallelkreisen, denn die Isodyname von 4·46 läuft südlich von Ancona von der Westküste des Golfes aus und trifft die Ostküste zwischen Spalato und Lesina, jene von 4·34 scheint nahe an Brindisi und Valona vorüber zu gehen.

In den südlichen Breiten sind übrigens der Beobachtungen noch zu wenig, um diese Curven mit Sicherheit verfolgen zu können, daher obige Angaben nur als eine erste Annäherung angesehen werden sollen.

Digitized by Google

# *Revision der Cercarieen.*

Von dem w. M., Dr. K. M. Diesing.

Eine lehrreiche Abhandlung des Dr. Filippi im XV. Bande der II. Serie der Acten der Turiner Akademie der Wissenschaften, unter dem Titel: *Mémoire pour servir à l'histoire génétique des trematodes* gab die Veranlassung zur nachstehenden Revision der Cercarieen.

Christian Ludwig Nitzsch, welcher im Jahre 1817 in seiner so berühmt gewordenen Abhandlung: Beitrag zur Infusorienkunde oder Naturbeschreibung der Cercarien und Bacillarien, die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf diesen Gegenstand in einem hohen Grade hinlenkte, hat die Cercarien als aus einem Distoma und einem Vibrio zusammengesetzte oder verknüpfte Thiere betrachtet.

Steenstrup, Siebold, Filippi u. m. a. halten sie für Thiere, welche einem Generationswechsel unterworfen sind. — Ehrenberg[1]) und ich[2]) dagegen haben sich für die Selbstständigkeit und Abgeschlossenheit derselben erklärt; und ich werde bemüht sein, diese Ansicht in nachstehender Mittheilung zu rechtfertigen.

Die Cercarieen sind Schmarotzerthiere, welche in und auf dem Leibe der Mollusken leben, selten die Länge einer Linie überschreiten, und einen Leib zeigen, welcher durch einen oder zwei schwanzartige Anhänge ausgezeichnet ist.

Der Leib *(corpus)* ist weich, durchscheinend, meist flachgedrückt, selten drehrund, veränderlich, wehrlos oder am Nacken mit einem Stachel bewaffnet[3]). An der Spitze oder unterhalb dieser liegt die Mundöffnung, und unterhalb ihres Randes befindet sich zuweilen ein von Stacheln durchzogener kurzer Halskragen *(collare)*[4]).

---

[1]) Im Monatsberichte der königl. Akademie zu Berlin 1851. 776.

[2]) Syst. Helm. I, 292.

[3]) Bei *Cercaria armata* u. m. a.

[4]) *Cer. echinata* und *echinatoides.*

Digitized by Google

Ein nur selten fehlender Saugnapf liegt entweder auf der Bauchseite [5]) oder am Hinterende des Leibes [6]). Nur in wenigen Fällen wurde eine auf der Bauchseite zwischen dem Saugnapfe und dem Leibesende liegende Ausleerungsöffnung *(porus excretorius)* erkannt [7]).

Endlich von Sinnesorganen sind zwei dunkle nach vorne und neben einander liegende Punkte als Augen gedeutet worden [8]).

Zu den inneren Organen des Leibes gehört ein Schlundkopf mit einer Speiseröhre, welche sich gegen die Mitte des Leibes gabelförmig theilt und blind endiget.

Geschlechtsorgane fehlen.

Bei einigen Arten wurden Speicheldrüsen [9]) mit ihren Ausführungsgängen, wie auch gegen die Oberfläche des Leibes hin liegende bläschenähnliche Schleimbehälter *(vesiculae s. cryptae mucosae)* [10]) beobachtet.

Verästelte Gefässstämme mit einem zusammenziehbaren Behälter, wurden bei vielen beobachtet.

Keine Spur von Nervenknoten oder Nervenfäden.

Die Bewegung des Leibes ist eine dahingleitende.

Der Cercarieen-Leib hat einen oder zwei drehrunde Anhänge, schlechtweg Schwanz *(cauda)* genannt; dieser ist sehr beweglich von mehreren, concentrisch übereinander liegenden Häuten umgeben, welche von Längen- und Querfasern durchzogen sind [11]). Bei allen

---

[5]) Wie bei den meisten Cercarieen.

[6]) *Diplocotyle.*

[7]) *Rhopalocerca tardigrada.*

[8]) *Histrionella.*

[9]) *Cerc. microcotyla.*

[10]) *Cerc. vesiculifera* u. m. a.

[11]) Eine genaue Untersuchung verdanken wir Steenstrup, welcher in seiner trefflichen Beobachtung der *Cerc. echinata* sich so ausspricht: „Der Schwanz besteht aus mehreren in einander liegenden Häuten oder Röhren; zu äusserst ist eine beinahe wasserklare Oberhaut, darunter eine ziemlich dicke, mit Quermuskeln (Querstreifen) versehene Haut, und zwischen jedem Paar Quermuskeln liegt ein kugelrundes Bläschen, das ein schleimabsonderndes Organ (Drüse) zu sein scheint; zu innerst endlich liegt eine undurchsichtigere festere Röhre, welche die Längenmuskeln enthält, und auf der Oberfläche gewöhnlich netzförmig gestreift erscheint. Mitten durch diese Röhre erstreckt sich ein ziemlich schmaler, gegen das Schwanzende hin sehr verdünnter Canal. Man kann sich sehr leicht davon überzeugen, dass dieselben Schichten sich in dem eigentlichen Körper der *Cercaria* befinden; nur ist die Haut mit den Quermuskeln nicht so stark entwickelt". (Generationswechsel, Seite 55.)

Digitized by Google

einschwänzigen Cercarieen ist der Schwanz unmittelbar am Hinterrande des Leibes und etwas gegen die Bauchseite, bei allen zweischwänzigen dagegen, mittelst eines am Körper angewachsenen Stieles [12]) einer Platte [13]), oder zweier kugelförmiger Erhöhungen [14]) an diesen beweglich eingefügt.

Der Schwanz ist entweder nach dem Hinterende keulenförmig verdickt [15]), oder fast walzenförmig, und nach hinten allmählich verschmächtiget [16]), oder kegelförmig [17]), glatt oder ringförmig gefaltet.

Die Bewegung des Schwanzes ist eine unregelmässige hin und her schleudernde oder schwingende, und ein Versuch sich vom Leibe loszutrennen. Der endlich abgefallene oder richtiger weggeschleuderte Schwanz hinterlässt am Leibe meist eine kleine Grube *(fovea caudalis)*.

Der abgeworfene Schwanz der Cercarieen nimmt an Umfang allmählich zu und in ihm entwickeln sich Keimkörner. Durch Verschmelzung dieser kleinen Körner entsteht ein abgegrenzter sphärischer oder ovaler Körper, Zellkern, welcher sich sehr bald mit einer anfangs dicht anliegenden Zellhaut umkleidet.

Durch die Bildung eines Zelleninhaltes hebt sich die Haut allmählich von dem Kerne ab; die Zelle verwandelt sich in ein gekörntes Bläschen, welches durch fortwährendes Wachsthum ziemlich schnell um das Drei- bis Vierfache des ursprünglichen Durchmessers sich vergrössert. Das Gebilde, welches auf diese Weise entstanden, ist die Keimzelle, die sich ohne Unterbrechung durch eine fortlaufende Reihe von Veränderungen in das neue Thier verwandelt, welches mit Ausnahme des noch nicht immer entwickelten Schwanzes dem Mutterthiere gleicht [18]).

Der abgeworfene Schwanz der Cercarieen ist somit ein Sporenbehälter, welcher von Baer als *Sporocystis*, von Siebold als *Keimschlauch*, von Steenstrup als *Amme*, von Beneden als *Scolex* und von Filippi als *Redia* beschrieben und abgebildet

---

12) *Cheilostomum* und *Mulleolus*.
13) *Bucephalus Haimeanus*.
14) *Buceph. polymorphus*.
15) *Rhopalocerca*.
16) *Cercaria*.
17) *Buceph. polymorphus*.
18) Leuckart in: R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. IV, 967. (Über die Entwickelung der Spore im Allgemeinen.)

Digitized by Google

wurde. Ich werde mich in der Folge dafür des Collectivnamens Sporenschwanz *(Sporocerca)* bedienen.

Der abgeworfene Sporenschwanz der einschwänzigen Cercarieen wächst meist gleichförmig heran und nur selten entstehen zwei- oder vierseitliche fast walzenförmige oder kegelförmige Erhöbungen [19]).

Bei allen zweischwänzigen hingegen wächst die Spitze des Sporenschwanzes in eine fadenförmige unverästelte oder verästelte Röhre aus, welche stellenweise in Knoten oder Kugeln anschwillt, die neue Brut in allen Graden der Entwickelung einschliesst, und endlich auch selbst vom Sporenschwanze abfällt *(sporonema)* [20]).

Der abgeworfene Sporenschwanz ist zuweilen von einem Schlauche oder einer Röhre durchzogen *(Solenocerca, — Redia* Filippi*)* und dieser wohl mit Unrecht als Darmcanal gedeutet worden [21]). Er ist kurz nach dem Abfallen noch beweglich [22]) endlich fast regungslos, frei oder seltener an verschiedenen Organen der Thiere, welche sie bewohnen, haftend.

Die jungen Cercarieen verlassen den abgeworfenen Sporenschwanz entweder mit Leib und Schweif oder sie hinterlassen diesen, welcher sich dann innerhalb dieses Behälters wieder zum vollkommenen Sporenschwanz entwickelt.

Eine solche Beobachtung wurde zuerst von Baer [23]) an seinem *Distoma duplicatum (Rhopalocerca tardigrada)* gemacht, und veranlasste Steenstrup, welcher im abgeworfenen Sporenschwanze der *Cercaria echinata* nur abgeworfene Schweife zu beobachten Gelegenheit hatte, diese in seinem Sinne für Ammen in einer Grossamme zu halten.

Nach abgefallenem Sporenschwanze sind die Cercarieen einem *Monostoma*, einem *Distoma* oder einem *Diplodiscus*

---

19) *Cercaria echinata, echinatoides* und *fallax*.

20) Vergl. Baer in Nov. Act. Nat. Cur. XIII, Tab. XXX.

21) Ein solcher Schlauch wurde schon von Steenstrup in noch anhängendem Sporenschwanze der *Cerc. echinata* als ein schmaler, gegen das Schwanzende hin sehr verdünnter Canal erkannt. Vergl. die eilfte Anmerkung dieser Abhandlung. Ausser dem zweischenkeligen Darmcanale des Leibes, noch einen besonderen einfachen im abgeworfenen Sporenschwanze anzunehmen, scheint mir naturwidrig, dafür die Aufnahme der nöthigen Feuchtigkeit auf dem Wege der Endosmose vollkommen zu genügen.

22) Diese Bewegungen des abgeworfenen Sporenschwanzes sind ihrer Natur nach mit jenen zu vergleichen, wie sie bei reifen und abgefallenen Gliedern der Band- und Kettenwürmer (Proglottiden) vorkommen.

23) Baer a. o. a. O.

Digitized by Google

ähnlich[24]). Sie sterben endlich ab und zerfallen in eine aus einer Unzahl von Kügelchen bestehende Gallerte[25]), oder hüllen sich in eine Schleimmasse ein.

Zum Behufe der Einhüllung sondert das Thier auf der Oberfläche seines Körpers bei einer steten Bewegung um seine eigene Axe einen zähen Schleim ab, welcher endlich zu einer das Thier umgebenden Hülle *(Zootheca, — Pupa* Steenstrup*)* erhärtet.

Das Thier verlässt, nicht wesentlich verändert, oft erst nach mehreren Monaten seine Hülle, indem es dieselbe sprengt, durchbohrt oder mittelst eines Saftes auflöst, welchen es aus drüsigen Organen absondert.

Die nächste Bestimmung dieser aus ihrer Hülle getretenen Thierchen ist mit Sicherheit noch nicht ermittelt, und während die Lehrer des Generationswechsels behaupten, aber nicht thatsächlich erweisen, dass die geschlechtslose Cercarie zu einem geschlechtlichen Distoma sich entwickelt[26]), erlaube ich mir dagegen die Vermuthung auszusprechen, dass es wahrscheinlicher sein dürfte, dass das Thier zu wiederholten Malen einen Sporenschwanz hervorzubringen vermag, um dann den Act der Vermehrung von neuem zu beginnen.

Die Cercarieen sind demnach geschlechtslose, schmarotzende Saugwürmer mit einem oder zwei vom Leibe abfallenden Sporenschwänzen (Sporenschwanzknosper), und stehen ihrer innern Entwickelung nach auf der untersten Stufe in der Ordnung der Myzhelminthen. Sie sind Vorbilder der darauf folgenden Unterordnung, der Trematoden nämlich, und verhalten sich zu diesen etwa so

---

[24]) So die Gattungen *Cheilostomum*, *Cercaria* und *Diplocotyle*.

[25]) Das Schleimgewebe Meckel's, oder der Thierstoff Döllinger's, jetzt auch Sarkodemasse genannt, das man auf einer höheren Stufe der Entwickelung Zellgewebe nennt.

[26]) So ist unter dem nach Steenstrup aus dem Generationswechsel hervorgegangenen *Distoma tarda* der *Cercaria armata* die aus der Hülle geschlüpfte, schwanzlose Cercarie (Tab. III. 4. a.—g. 5. a. d.) mit einem geschlechtslosen Schmarotzer eigener Art verwechselt worden, welcher schon von Siebold als solcher erkannt, aber nicht beschrieben (vergl. in Burdach's Physiol. 2. Aufl. II. 195, wie auch in Müller's Archiv 1843. LVIII), von Filippi (am o. a. O. 22 und 30. Taf. II. Fig. XX und XXV), als *Tetracotyle* beschrieben und abgebildet wurde, und dessen Gattungs-Charakter etwa folgender wäre: *Corpus elongatum planum ecaudatum. Caput corpore continuum. Os subterminale acetabüliforme. Acetabula tria ventralia, duo juxtaposita pone os, tertium centrale. Porus excretorius posticus.*



Digitized by Google

wie die Blasenwürmer zu den Kettenwürmern aber mit dem Unterschiede, dass jene nur durch Sporen in einem schlauchartigen Schwanze, diese nur durch Sprösslinge innerhalb oder ausserhalb eines blasenförmigen Schwanzes sich vermehren. In Beiden aber gleichen die Jungen dem Mutterthiere[27]).

Die Cercarieen sind in 9 Gattungen und 30 Arten vertheilt[28]).

Zum Schlusse dieser Mittheilung kann ich nicht unterlassen, meinem biedern Freunde und treuen Gefährten August von Pelzeln, Assistenten am k. k. zoologischen Hof-Naturalien Cabinete für seine rege Theilnahme und seinen mir unentbehrlichen Beistand hier meinen wärmsten Dank öffentlich auszudrücken.

---

[27]) Nach der Ansicht über den Generationswechsel soll die Entwickelung der cercarienartigen Wesen in der Art stattfinden, dass die sogenannten Ammen (Sporenschwänze) der Analogie nach aus einem dem infusorienartigen Embryo des *Monostomum mutabile* ähnlichen Gebilde, vielleicht aus einem Ei des vollkommenen Thieres ausschlüpfend, hervorgehen. Innerhalb der Ammen bildeten sich entweder wieder Ammen oder Cercarien. Nachdem die Cercarien innerhalb der Amme, ihre Ausbildung erreicht haben, würden sie frei und bewegten sich mit Hilfe ihrer Schwänze. Nach einiger Zeit würden die Schwänze abgeworfen, und das Distom verpuppte sich, aus welcher Puppe dann dasselbe aber ohne wesentliche Veränderung hervorginge, und nach der Ansicht vom Generationswechsel zur geschlechtlichen Reife bestimmt wäre.

Nach Anderen dagegen sollen die Cercarien mit dem Frasse in den Leib der Wirbelthiere gelangen und sich dort zu geschlechtlichen Distomen entwickeln. Ein von Filippi kürzlich angestellter Fütterungsversuch (vergl. a. o. a. O. S. 19) eines Frosches mit *Cercaria echinatoides* in ihrer Einhüllung spricht nicht dafür; denn die Cercarien waren zwar aus ihrer Hülle ausgeschlüpft, fanden sich aber ganz unverändert im Dickdarme dieses Thieres. — Endlich steht die Anzahl von 15 Arten der Cercarien zur Zahl von 195 Arten der Distomen in zu grossem Missverhältnisse und zur Ansicht einer solchen Umwandlung in all zu schreiendem Widerspruche.

[28]) Die bis jetzt bekannten Cercarieen wurden in 14 Gattungen und 29 Arten von meist Süsswasser-Mollusken beobachtet; da aber die Gesammtzahl der Weichthiere etwa 400 Gattungen und über 8000 Arten beträgt und füglich vorausgesetzt werden kann, dass auch diese von Cercarieen bewohnt werden, so lässt sich leicht ermessen, welche ergiebige Fundgruben für künftige Untersuchungen sich hier jüngeren Naturforschern eröffnen, deren gründliche Ausbeutung wir nicht genug empfehlen können.

Digitized by Google

# SPECIELLER THEIL.

## Cercariaea Nitzsch.

Distoma *Filippi*, *Siebold* et *Steenstrup*.

*Character essentialis:* Cercariaea sunt Myzhelmintha parasitica, agama, sporocercis 1 aut 2 sponte deciduis insignita.

*Character naturalis*: Animalcula solitaria libera, microscopica. — Corpus molle, transparens, planum, depressiusculum rarissime teretiusculum, versatile, inerme aut ad nucham aculeo armatum. — Caput corpore continuum. — Os terminale v. subterminale. — Collare nullum aut breve, pone os, echinis percursum. — Acetabulum unum, aut ventrale subcentrale, aut posticum seu basilare, rarissime nullum. — Porus excretorius ventralis. — Ocelli nulli v. duo. Bulbus oesophageus cum oesophago et tractu cibario bifurcato coeco. Organa genitalia nulla. — Glandulae salivariae cum ductibus suis secretoriis et vesiculae s. cryptae mucosae subcutaneae in nonnullis saltem visae. — Systema vasculare cum lacuna contractili. — Nec ganglia nec fila nervorum. — Motus corporis gliscens — Sporocerca *(s. cauda auctorum)* nunc unica, corpori immediate inserta, nunc duae mediante pedicello, lamella, v. globulis binis corpori adnatis insertae; omnes teretiusculae, membranis concentricis tunicatae, agiles, a corpore sponte deciduae; *monocercarum* cauda dejecta haud raro *foveolam* relinquens.

Sporocerca dejecta *(sporocystis* Baer, *Keimschlauch* Siebold; — *Amme* Steenstrup; — *Scolex* Beneden; — *Redia* Filippi*)* in *monocercis* fere semper conformiter increscit, *dicercarum* vero in aliam formam *(sporonema)* apice excrescunt.

Sporocerca dejecta interdum tubulo postice clauso percursa *(solenocerca)* primum agilis demum tarda v. iners, libere vagans vel animalium variorum organis adhaerens.

Sporocerca dejecta sporulas et animalcula in vario evolutionis gradu versantia includit. — Animalcula juvenca vel cum cauda sua sporocercam deserunt, vel caudam in sporocerca relinquunt et tunc



Digitized by Google

sporocerca primaria s. matrix cum caudiculis in ea increscentibus *protogonocercam (abaltricem* Steenstrup*)* sistit.

Animalcula, dejecta sporocerca, *Monostomum*, *Distomum* v. *Diplodiscum* simulant. —

Animalculum, sporocerca dejecta, vel perit, vel subsequente corporis motu rotatorio mucum tenacem in *zoothecam (pupam* Steenstrup*)* indurescentem excernit. — Animalculi ex zootheca exclusi vita et functio futura incerta.

Molluscorum organa varia, excepto tractu cibario, inhabitant, libere vagant. v. natant.

## II. Monocercae.

Acetabulum nunc unum, ventrale nunc posticum s. basilare. — Sporocerca corpori immediate inserta. —

Sporocerca dejecta fere conformiter increscit aut in processus 2—4 laterales breves excrescit.

*Acetabulum ventrale.

### I. RHOPALOCERCA *DIESING.*

Distoma *Baer.*

*Corpus* oblongum ventricosum depressum. *Os* subterminale. *Acetabulum* centrale. *Sporocerca* clavata. *Porus excretorius* (anus auct.) manifestus inter acetabulum et sporocercam situs.

**1. Rhopalocerca tardigrada** *DIESING.*

*Sporocerca* clavata curvata interdum pedunculata, longitudine fere corporis. Longit. corp. $^1/_2'''$, sporocercae $^1/_3$—$^1/_2'''$.

*Sporocerca dejecta* (interdum *protogonocerca*) obovata opaca $^1/_3$—$^1/_2'''$ longa, sporulas numerosas et proles 2—6 includens. — *Motus* primo tardus mox cessans. — *Prolium* cauda apice globosa vel elliptica.

Rhopalocerca tardigrada *Diesing:* Syst. Helm. I. 293.
Distoma duplicatum *Leuckart:* in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. IV. 967 (Artikel Zeugung) de sporulae evolutione.

*Habitaculum. Anodonta ventricosa:* ad renes, hepar, nec non in pericardio; Regiomontii (Baer) — Hafniae (Jacobson) — *Anodonta anatina:* praeprimis ad renes et branchia (Baer).

Digitized by Google

## II. CERCARIA *NITZSCH* char. reform.

Distoma *Filippi* et *Steenstrup*.

*Corpus* oblongum planum versatile vel inerme vel ad nucham aculeo armatum, collari nullo vel brevi echinis percurso cinctum. *Os* subterminale. *Acetabulum* subcentrale. *Sporocerca* filiformis retrorsum attenuata. *Porus excretorius* . . . *Sporocerca dejecta* fere conformiter increscens aut in processus 2 — 4 laterales breves excrescens.

Glandulae salivariae cum suis ductibus et vesiculae seu cryptae mucosae in nonnullis saltem speciebus observatae.

### Subgen. I. EUCERCARIA.

Corpus nec aculeo ad nucham, nec collari instructum.

**1. Cercaria (Eucercaria) minuta *NITZSCH.***

*Corpus* elongatum limbo postico marginatum. *Os* anticum. *Acetabulum* centrale. *Porus excretorius* . . . *Sporocerca* transverse plicata corpore brevior. Longit . . .

*Sporocercae dejectae* evolutio ignota.

Cercaria minuta *Diesing*: Syst. Helm. I. 295.

*Habitaculum:* in corporis superficie *Molluscorum* variorum aquarum dulcium; Hallae (Nitzsch).

**2. Cercaria (Eucercaria) vesiculosa *DIESING.***

*Corpus* obovatum subtus parum excavatum, vesiculis minimis circumscriptis in circulum dispositis adspersum. *Os* anticum anguste oblongum acetabuliforme. *Acetabulum* subcentrale prominulum. *Porus excretorius* . . . *Sporocerca* transverse plicata, corpore longior. Longit. corp. animal. $^1/_6$'''; sporocercae ultra $^1/_6$'''.

*Sporocerca dejecta* ovalis, $^1/_3$''' longa, sporulas ovales 3—12 inordinatim dispositas includens. Sporocerca dejecta *(protogonocerca)* imo ad longitudinem 1'' increscit, iners, caudiculas numerosas 100—20,000 includens.

Cercaria vesiculosa *Diesing*: Syst. Helm. I. 295.

*Habitaculum. Paludina vivipara* libere vel inclusa in sporocerca dejecta organis genitalibus femineis adhaerente, Regiomontii (Baer).

Digitized by Google

3. Cercaria (Rucercaria) brachyura *DIESING.*

*Corpus* elongatum proteum. *Os* anticum ellipticum v. sublineare. *Acetabulum* subcentrale amplissimum. *Porus excretorius* . . . *Sporocerca* laevis vel transverse plicata, corpore triplo brevior. Longit... *Sporocercae dejectae* evolutio ignota.

Cercaria brachyura *Diesing*: Syst. Helm. I. 296.

*Habitaculum. Planorbis submarginatus:* in corporis superficie, Ticini (Filippi).

4. Cercaria (Rucercaria) Virgula *DIESING.*

*Corpus* ovale. *Os* anticum ellipticum. *Acetabulum* centrale amplissimum. *Porus excretorius* . . . *Sporocerca* transverse plicata corpore triplo brevior. Longit . . .

*Sporocercae dejectae* evolutio ignota.

Cercaria Virgula *Diesing*: Syst. Helm. I. 296.

*Habitaculum. Paludina impura* et *Valvata piscinalis:* inter viscera, Ticini (Filippi).

Vesiculis duabus subglobosis pone os sitis, e corpore interiore translucentibus, a specie praecedente ut plurimum differre videtur.

5. Cercaria (Rucercaria) chlorotica *DIESING.*

*Corpus* obovatum macula laete viridi notatum. *Os* anticum suborbiculare. *Acetabulum* subcentrale inferum prominulum. *Porus excretorius*. . . . *Sporocerca* laevis, longitudine fere corporis Longit . . .

*Sporocerca dejecta* elliptica, iners, proles 6—8 serie duplici vel triplici includens.

Cercaria chlorotica *Diesing*: Syst. Helm. I. 296.

*Habitaculum. Paludina vivipara:* in sporocerca dejecta renibus adhaerente, Regiomontii (Baer).

6. Cercaria (Rucercaria) neglecta *FILIPPI.*

*Corpus* subellipticum. *Os* acetabuliforme. *Acetabulum* subcentrale amplum. *Porus excretorius* . . . *Sporocerca* corpore parum brevior. Longit . . .

*Sporocerca dejecta (solenocerca)* animalcula numerosa caudata includens. — *Zoothecam* non format.

Digitized by Google

Cryptae mucosae nucleolatae per totum corpus sparsae.

Cercaria neglecta *Filippi*: in Mem. Acad. d. sc. d. Turin. 2. Ser. XV (1854), pag. 24 et 30. Tab. II. Fig. XXVI (animalculum caudatum), XXVII (sporocerca dejecta).

*Habitaculum. Lymnaeus pereger:* ad intestina, prope Augustam Taurinorum (Filippi).

Nota. *Cercariae echinatoidi* proxima corpore inermi et sporocerca haud alata differt.

**7. Cercaria (Eucercaria) brunnea** *DIESING.*

*Corpus* obovatum. *Os* anticum ellipticum v. suborbiculare. *Acetabulum* centrale. *Porus excretorius* . . . *Sporocerca* laevis longitudine fere corporis. Longit . . .

*Sporocerca dejecta* subcylindrica brunneo-maculata, iners, libera vel sporocercae plures fili mucosi simplicis vel ramosi apici dilatato suspensae.

Cercaria brunnea *Diesing*: Syst. Helm. I. 296.

*Var?* *Corpus* elongatum utrinque rotundatum. *Os* anticum *Acetabulum* . . . *Porus excretorius* . . . *Sporocerca* laevis corpore brevior. Longit . . .

*Sporocerca dejecta* subcylindrica utrinque rotundata, gracilior, laete flavescens.

Cercaria brunnea var? *Diesing*: Syst. Helm. I. 297.
Cercaria III**. *Baer*: in Nov. Act. Nat. Car. XIII. 2. 623 (?). Tab. XXXI, III**?

*Habitaculum. Lymnaeus stagnalis:* in sporocerca dejecta, superficiei intestinorum adhaerente, vel libere vagans in rene, Regiomontii (Baer).

**8. Cercaria (Eucercaria) fallax** *DIESING.*

*Corpus* ovatum. *Os* anticum. *Acetabulum* subcentrale inferum. *Porus excretorius* . . . *Sporocerca* annulato-plicata corpore longior. Longit . . .

*Sporocerca dejecta (solenocerca)* 1 — 2‴ longa elongata teretiuscula, antrorsum incrassata, retrorsum in tubulum protractilem attenuata, apice apertura exigua disciformi, antrorsum in processus binos brevissimos, retrorsum in totidem triplo longiores tubuliformes

Digitized by Google

et retractiles excrescit, motu rotatorio gaudens, animalcula numerosa ecaudata vel caudata inter sporocercae parietem externam et internam includens.

Cercaria VII. *Baer*: in Nov. Act. Nat. Cur. XIII. 2. 629. Tab. XXXI. VII$^{a}$ (sporocerca dejecta), VII$^{b}$ (animalculum).
Cercaria fallax *Diesing*: Syst. Helm. I. 297 (partim).

*Habitaculum. Lymnaeus stagnalis* et *Paludina vivipara:* in corporis superficie, Regiomontii (Baer).

Nota. Fortasse status juvenilis *Cercariae echinatae*, collari adhuc nullo; quod cum forma principali sporocercae dejectae hujus speciei bene congrueret.

Subgen. II. XIPHIDIOCERCARIA.

Corpus ad nucham aculeo retractili armatum.

**9. Cercaria (Xiphidiocercaria) armata *SIEBOLD.***

*Corpus* subovatum antrorsum angustatum postice emarginatum. *Os* anticum limbo crenato. *Aculeus* pugioniformis. *Acetabulum* subcentrale. *Porus excretorius* . . . *Sporocerca* transverse plicata corpore subaequilonga. Longit. corp. et caudae 1‴.

*Sporocerca dejecta (solenocerca)* utriculiformis, incurvata, agilis, animalcula numerosa caudata vel ecaudata in omni evolutionis gradu includens. — *Zootheca* ovalis.

Canales duo a corporis medio ad aculeum adcurrentes.

*Wagner Rud.:* in Isis 1834. 131. Tab. I. 4 (optima). — *Siebold:* in Wiegmann's Arch. 1835. I. 336.
Cercaria armata *Siebold*: in Burdach's Physiologie. 2. Aufl. II. 187. — *Steenstrup*: Über Generationswechsel 78 — 94. Tab. III. 1, 2, 3, 6$^{a\ et\ b}$ (cum Tetracotyle) de evolutione. — *Siebold*: in Müller's Arch. 1843. LVII. — *Diesing*: Syst. Helm. I. 298. — *Siebold*: Band- u. Blasenw. 1854. 18 et 26. f. 2. 15, 16 (de evolutione et immigratione in larvas aquaticas Neuropterorum e familia Ephemeridum et Perlidarum).
Distoma tarda *Steenstrup* l. s. c. Tab. III. 4. 5$^{a-d}$ (fig. inverse delineatae).

*Habitaculum.* In aqua libere, Majo (Wagner) — *Lymnaeus stagnalis* et *Planorbis corneus:* in corporis superficie libere et quoque in zootheca, gregarie (Siebold, Steenstrup et Diesing).

Nota. Distoma tarda *Steenstrup* l. c. Tab. III. 5$^{a-c}$ et 6 est Tetracotyle *Filippi*[1]).

[1]) Confer notam 26. hujus revisionis.

Digitized by Google

**10. Cercaria (Xiphidiocercaria) vesiculifera *DIESING.***

*Corpus* obovatum vesiculis numerosis adspersum. *Os* subellipticum. *Aculeus* pugioniformis. *Acetabulum* . . . *Porus excretorius* . . . *Sporocerca* corpore subaequilonga. Longit . . .

*Sporocerca dejecta* ovalis, utplurimum strictura divisa, demum transverse bipartita.

Cercaria vesiculosa? *Filippi*: in Mem. Acad. des Sc. de Turin. 2. ser. XV (1854). 12 et 30. Tab. I. Fig. XII, XIII (sporocerca dejecta). XIV (animalculum caudatum).

*Habitaculum. Paludina vivipara:* in parietibus vasorum aquiferorum (Filippi).

**11. Cercaria (Xiphidiocercaria) gibba *FILIPPI.***

*Corpus* obovatum. *Os* subterminale acetabuliforme. *Aculeus* pugioniformis. *Acetabulum* subcentrale inferum amplum. *Porus excretorius* . . . *Sporocerca* corpore triplo fere brevior. Longit. tot. ad $^1/_6$'''.

*Sporocercae dejectae* evolutio ignota. — *Zoothecam* non format.

Apparatus secretorius e glandulis 6 — 8 ad latera acetabuli sitis et ductibus suis valde dilatatis pone aculeum excurrentibus compositus; in posteriore corporis parte acuna ampla contractilis (Filippi).

Cercaria gibba *Filippi*: in Mem. Acad. des Sc. de Turin. 2. ser. XV (1854). 13 et 30. Tab. I. Fig. XVIII (animalculum caudatum).

*Habitaculum. Lymnaeus pereger* : . . . Augustae Taurinorum, gregarie (Filippi).

**12. Cercaria (Xiphidiocercaria) macrocerca *FILIPPI.***

*Corpus* obovatum sulco transversali inter os et acetabulum. *Os* acetabuliforme. *Aculeus* pugioniformis. *Acetabulum* subcentrale amplum. *Porus excerterius* . . . *Sporocerca* magnitudine insignis, corpore multo longior, valde versatilis, basi sua summe dilatabili corpus utplurimum excipiens. Longit . . .

*Sporocerca dejecta* elongata ad $^3/_4$''' longa.

Nec oesophagus nec tractus cibarius visus. — Apparatus secretorius pone aculeum excurrens, ex acervo glandularum supra acetabulum sitarum et ductibus duobus compositus. — In postica corporis parte apparatus excretorius (Filippi).

Cercaria macrocerca *Filippi*: in Mem. Acad. des Sc. de Turin. 2. ser. XV. 13 et 30. Tab. I. Fig. XV — XVII (animalcula caudata).

*Habitaculum. Cyclas cornea:* ad branchia, prope Augustam Taurinorum (Filippi).

Digitized by Google

**13. Cercaria (Xiphidiocercaria) microcotyla *FILIPPI.***

*Corpus* subellipticum macula brunneo-flavida notatum. *Os* exiguum. *Aculeus* pugioniformis. *Acetabulum* subcentrale inferum minimum. *Porus excretorius* . . . *Sporocerca* corpore paulo brevior transverse striata vel crenulata. Longit. corporis cum sporocerca ad $^1/_4$‴.

*Sporocerca dejecta* utriculiformis, iners, animalcula numerosa caudata includens.

Nec oesophagus nec tractus cibarius conspicuus. — Loco bulbi oesophagei vesicula. — Apparatus secretorius duplex, major et minor in vesiculam s. lacunam pone aculeum excurrens. Horum major e vesiculis formatur quatuor in medio fere corpore sitis, quarum duae brunneo-flavidae nucleolo transparente, duae alterae transparentes nucleolo opaco munitae, in totidem (quatuor) ductus abeunt; alter minor solum ductibus duobus coecis brevibus postice dilatatis, ad basim aculei sitis, constat (Organa salivaria *auctor*). — In posteriore corporis parte lacuna ampla contractilis (Filippi).

Cercaria microcotyla *Filippi* in Mem. de l'Acad. des Sc. de Turin. 2. ser. XV (1854), 7. Tab. I, V, VI (sporocerca dejecta), VII — IX (animalcula caudata), X. anatom. et evolutio.

*Habitaculum. Paludina vivipara* et *P. achatina:* in testiculo et ovariis, in lacu Varese et majore in Lombardia, gregarie (Filippi)

Nota. Clo. Filippi haec species est *Distomum Tetracystis Gastaldi* in rana translata.

Subgen. III. HORMOCERCARIA.

Corpus infra os collari echinis percurso cinctum.

**14. Cercaria (Hormocercaria) echinata *SIEBOLD.***

*Corpus* subellipticum antice constrictum postice emarginatum. *Collare* margine postico ventrali exciso, echinis, basibus suis incrassatis circulos duos concentricos circa os formantibus apicibus retrorsum directis prominentibus percursum. *Os* acetabuliforme. *Acetabulum* subcentrale inferum amplum. *Porus excretorius* posticus ventralis. *Sporocerca* longitudine fere corporis, membrana externa diaphana distante crenulata. Longit . . .

*Sporocerca dejecta (soleno-* et *protogonocerca)* elongata antice capitellata postice acuta in processus binos conicos supra caudae apicem excrescens, agilis, animalcula numerosa caudata includens. — *Zootheca* subglobosa.

Organa salivaria nulla. — Canales duo ab acetabulo ad os accurrentes, antrorsum divisi demum coaliti, circa oesophagum annulum formantes (Steenstrup).

Animalculorum congeries in utero Cochleae viviparae. *Swammerdam:* Biblia naturalis 1737. 173. Tab. IX. 7.

Königsgelbe Würmer *Bojanus:* in Isis 1818. 729. Tab. IX, A, B, C (sporocerca dejecta), D, E, F (animalcula).

Digitized by Google

Cercaria echinata *Siebold*: in Burdach's Physiologie, 2. Aufl., II. 187, et in Müller's Arch. f. Physiol. 1843. VI. Hft., LIV — LVII. — *Steenstrup*: Über Generationswechsel, 51 — 78. Tab. II. 2 — $6^{a-d}$ (cum evolutione). — *Henle*: in Zeitschr. f. ration. Mediz. III. 6. — *Siebold*: in Wiegmann's Arch. 1845. II. 228.

Distoma pacifica Steenstrup l. s. c. 135. Tab. II. 7, $8^{a-d}$ ($8^{e,f,g}$) — *Siebold*: in Müller's Arch. 1843. VI. Hft. LIV — LVII.

Cercaria fallax *Diesing*: Syst. Helm. I. 297 (partim).

*Habitaculum. Paludina vivipara* Lugduni Batavorum (Swammerdam) ad proventriculum cordis in zootheca, hyeme et vere haud raro, Hafniae (Steenstrup) — *Lymnaeus stagnalis:* in corporis superficie nec non in hepatis substantia, Vilnae (Bojanus), Gedani (Siebold); in superficie corporis, nec non ad pallium et in vasis aquiferis, Julio et Augusto, libere; in zoothecis praeprimis ad proventriculum cordis, autumno; animalcula e zootheca expulsa in vasis aquiferis, hyeme, demum in hepate, Augusto. — *Planorbis corneus:* in superficie corporis nec non ad pallium et in vasis aquiferis, Julio et Augusto, libere; in zootheca ad proventriculum cordis, autumno, Hafniae (Steenstrup).

**15. Cercaria (Hormocercaria) echinatoides *FILIPPI.***

*Corpus* subellipticum antrorsum spinulis minimis adspersum. *Collare* margine postico ventrali excisum, limbo postico membrana distante aculeis percursa cincto. *Os* acetabuliforme. *Acetabulum* subcentrale inferum amplum. *Porus excretorius* . . . *Sporocerca* fere longitudine corporis, membrana externa diaphana distante crenulata. Longit corp. ad $^1/_6$'''.

*Sporocerca dejecta (solenocerca* nec *protogonocerca)* utriculiformis primum in processum unum deinceps in alterum, breves, crassos, conicos, supra candae apicem excrescens, primum agilis demum iners, animalcula 3—4 caudata includens. — *Zootheca* subglobosa duplex.

Ita in individuis ecaudatis zootheca inclusis; in animalculis caudatis os spinulorum corona simplici munitum, collare adhuc nullum, corpus inerme.

Organa salivaria nulla. — Vesiculae s. cryptae mucosae subcautaneae nucleo instructae. — Canales duo flexuosi ab acetabulo antrorsum currentes, ante os anguloinfracti recurrentes. — Motus vibratorius in his canalibus in animalculis zootheca inclusis solum visus. — Corpuscula tria transverse ovalia acetabulo animalculi ecaudati postposita, cl. auctori testiculorum rudimenta (Filippi).

Cercaria echinatoides *Filippi*: in Mem. Acad. des Sc. de Turin. 2. ser. XV (1854), 14, 28 et 30. Tab. II. Fig. XIX, XX (sporocerca dejecta), XXI (animalculum caudatum), XXII (animalculum ecaudatum in zootheca), XXIII, XXIV (idem e zootheca expulsum).

Digitized by Google

*Habitaculum. Paludina vivipara* et *P. achatina:* in sporocerca dejecta, in hepate et in vasis aquiferis, ad auriculam cordis in zootheca, in lacu Varese in Lombardia (Filippi).

### III. HISTRIONELLA *BORY* et *EHRENBERG.*

Brachionus *Schrank.* — Cercaria *Nitzsch.*

*Corpus* oblongum planum versatile, dorso superne punctis duobus nigricantibus parallelis et ocellis duobus intermediis. *Os* subterminale. *Acetabulum* subcentrale amplum. *Sporocerca* filiformis retrorsum attenuata. *Porus excretorius* . . .

**1. Histrionella ephemera** *EHRENBERG.*

*Corpus* oblongum. *Os* anticum. *Acetabulum* subcentrale. *Sporocerca* transverse plicata corpore duplo longior. Longit. corp. et caudae $^1/_2$‴.

*Sporocerca dejecta (solenocerca* interdum et *protogonocerca)* subcylindrica aurantiaca, tarda, 2‴ longa, animalcula ecaudata et caudata includens. — *Zootheca* hemisphaerica, dura, margaritacea.

Cercaria ephemera *Siebold:* in Burdach's Physiologie. 2. Aufl. II. (1837) 187 et 189 (de evolutione). — *Idem:* Band- u. Blasenwürmer. 1854. 18. F. 1. 4—9. 13. 14 (de evolutione).

Histrionella ephemera *Diesing:* Syst. Helm. I. 299.

*Habitaculum. Planorbis corneus:* in corporis superficie, Aprili, Hallae (Nitzsch). — Berolini (Ehrenberg) ad hepar in sporocerca dejecta (Siebold). — *Paludina vivipara*: in atrio cordis in zootheca, Regiomontii (Baer.)

**2. Histrionella Lemna** *EHRENBERG.*

*Corpus* elongatum limbo postico medio emarginato. *Os* anticum. *Acetabulum* centrale. *Sporocerca* marginibus crenata (setosa?) corpore longior. Longit $^1/_2$—1‴.

*Sporocercae dejectae* evolutio ignota.

Histrionella Lemna *Diesing:* Syst. Helm. I. 299.

*Habitaculum. Lymnaeus stagnalis* et *Planorbis corneus:* in corporis superficie (Nitzsch). — *P. carinatus* (Wagner).

Species inquirendae.

**3. Histrionella alata** *EHRENBERG.*

*Corpus* elongatum. *Os* . . . *Acetabulum* centrale (?) *Sporocerca* utrinque (membrana externa diaphana distante?) lata corpore brevior, apice obtusa. Longit. . . .

*Sporocercae dejectae* evolutio ignota.

Digitized by Google

Histrionella alata *Diesing*: Syst. Helm. I. 300.

*Habitaculum* primitivum ignotum, in aquis Berolini (Ehrenberg).

Habitu et magnitudine ad *Histrionellam Lemnam* accedit.

4. **Histrionella inquieta** *BORY.*

*Corpus* subcylindricum depressiusculum. *Os*... *Acetabulum* sporocercae approximatum. *Sporocerca* longitudine corporis, laevis. Longit...

*Sporocercae dejectae* evolutio ignota.

Histrionella inquieta *Diesing*: Syst. Helm. I. 300.

*Habitaculum* primitivum ignotum, in aqua marina, Hafniae (Müller).

5. **Histrionella bilineata** *DIESING.*

*Corpus* elongatum, superne lineis duabus (ocellis?) longitudinalibus semicirculariter convergentibus, postposita macula circulari. *Os*... *Acetabulum*... *Sporocerca* corpore brevior. Longit...

*Sporocercae dejectae* evolutio ignota.

Histrionella bilineata *Diesing*: Syst. Helm. I. 300.

*Habitaculum. Lymnaeus Catascopium:* in corporis superficie, in Pennsylvania (Haldeman).

6. **Histrionella Melanoglena** *DIESING.*

*Corpus* retrorsum attenuatum, postice excisum, subdiaphanum. *Os*... *Acetabulum* nullum (?). *Sporocerca* subulata. Longit...

*Sporocerca dejectae* evolutio ignota.

Melanoglena bipunctata *Eichwald* — *Diesing*: Syst. Helm. I. 650.

*Habitaculum* primitivum ignotum. In aqua salsa, solitarie, Revaliae, Julio et Augusto (Eichwald).

Potius *Histrionella*, acetabulo neglecto, quam typus generis proprii *Prothelminthum*.

**Acetabulum posticum seu basilare.

## IV. DIPLOCOTYLE *DIESING* char. reform.

Diplodiscus et Redia *Filippi.*

*Corpus* obovale v. conicum depressiusculum. *Os* terminale. *Acetabulum* basilare centrale, margine corporis elevato cinctum. *Ocelli* (?) in anteriore corporis parte duo nigricantes, subcutanei, mobiles, subconici, basibus suis triangulariter excisis, apicibus retrorsum convergentibus. *Porus excretorius*... *Sporocerca* filiformis retrorsum attenuata, margini basilari inserta.

Digitized by Google

1. **Diplocotyle mutabilis** *DIESING.*

*Corpus* versatile, post ocellos vesiculis in seriem lyraeformem postice hiantem dispositis. *Sporocerca* corpore duplo brevior tubulo percursa. Longit. corp. 1‴.

*Sporocerca dejecta (solenocerca)* subcylindrica antice truncata, postice rotundata, appendiculo brevi subgloboso; libera, agilis.

Diplocotyle mutabilis *Diesing*: Syst. Helm. I. 301.
Diplodiscus Diesingii *Filippi*: in Mém. de l'Acad. des Sc. de Turin 2. sér. XV (1854), 6 et 30. Tab. I. Fig. I — III (animalcula caudata).
Redia gracilis: *Diesing* Syst. Helm. I. 301. — *Filippi* l. s. c. Tab. I. Fig. IV (est sporocerca dejecta hujus speciei).

*Habitaculum. Planorbis nitidus:* in corporis superficie, libere, ac frequentissime in sporocerca dejecta, Ticini (Filippi).

## II. Dicercae.

Acetabulum nullum aut unum ventrale. — Sporocercae duae, mediante pedicello, lamella vel globulis binis corpori adnatis insertae.

Sporocercae dejectae apice postico in tubulum excrescunt filiformem simplicem v. ramosum, passim in tubercula sive globulos moniliforme tumentem sporulisque et animalculis omnis aetatis repletum, demumque deciduum *(sporonema)*.

*Acetabulum nullum.

### V. CHEILOSTOMUM *DIESING* char. reform.

Cercaria *Abildgaard.*

*Corpus* subcylindricum. *Os* terminale portractile elevato-marginatum s. labiatum. *Acetabulum* nullum. *Porus excretorius* ... *Sporocercae* duae apici pedicelli, corpori postice adnati, insertae.

*Sporocercarum dejectarum* evolutio ignota.

Pedicellus cum sporocercis simul deciduus.

1. **Cheilostomum varicans** *DIESING.*

*Corpus* subcylindricum, ventricosum. *Sporocercae* conicae pedicellum subcylindricum corporis fere longitudine aequantes v. eo sublongiores, nunc divergentes nunc invicem applicatae. Longit...

Cheilostomum varicans *Diesing*: Syst. Helm. I. 293.

*Habitaculum* primitivum ignotum, in aqua rivulari, Augusto, in Dania (Abildgaard).

Digitized by Google

**Acetabulum ventrale.

## VI. MALLEOLUS *EHRENBERG* char. reform.

Vibrio *Müller* — Cercaria *Nitzsch* — Histrionella *Bory*.

*Corpus* elongatum depressum. *Os* subterminale. *Acetabulum* centrale tubuliforme. *Porus excretorius*. . . *Sporocercae* duae pedicelli, corpori postice adnati, apici insertae.

Tractus cibarius bifurcatus.

**1. Malleolus furcatus *EHRENBERG*.**

*Corpus* elongatum, versatile. *Sporocercae* conicae pedicello subcylindrico ad $^1/_2$''' longo insertae, hoc breviores, vibrantes s. vacillantes, nunc divergentes nunc convergentes. Longit. corp. ad $^1/_2$'''.

*Sporocercarum dejectarum sporonemata* irregulariter in tubercula plura v. globulos moniliforme tumentia, 2—4''' longa, indivisa, mobilia, individua plurima includentia.

Malleolus furcatus *Diesing*: Syst. Helm. I. 294.

*Habitaculum. Lymnaeus stagnalis:* in corporis superficie, libere, Hallae (Nitzsch). — *Paludina vivipara:* in sporonematibus hepati, renibus et testiculis adhaerentibus, Regiomontii (Baer).

## VII. BUCEPHALUS *BAER* char. reform.

*Corpus* ovato-lanceolatum depressum. *Os* subterminale acetabuliforme. *Acetabulum* subcentrale. *Porus excretorius* . . . *Sporocercae* duae prominentiis binis aut lamellae, corpori postice adnatis, insertae.

Nota. Num tractus cibarius simplex sit, num dichotomus in hoc solo genere adhuc incertum.

### Subgen. I. EUBUCEPHALUS.

Sporocercae prominentiis binis insertae, conicae.

**1. Bucephalus (Eubucephalus) polymorphus *BAER*.**

*Corpus* ovato-lanceolatum, versatile. *Sporocercae* conicae curvatae prominentiis globosis basi concretis insertae, apice postico interdum apiculo brevi (sporonematis initio) auctae, corpore utplurimum longiores vibrantes s. vacillantes. Longit. corp. $^1/_2$—1'''.

*Sporocercarum dejectarum sporonemata* primum cylindrica demum moniliformia, indivisa v. ramosa, ultra 1'' longa, gracilia, mobilia.

Bucephalus polymorphus *Diesing*: Syst. Helm. I. 294. — *Hessling:* in Illustr. Medic. Zeitg. 1852. I. 315 (de evolut.) cum icon. (non legi).

*Habitaculum. Unio pictorum — Anodonta anatina et cellensis*: in sporonematibus regioni renali, hepati, ovariis et pallio adhaerentibus, aestate, Regiomontii (Baer) — Hafniae (Jacobson).

Nota. Tractus cibarii forma ignota.

Digitized by Google

Subgen. II. BUCEPHALOPSIS.

Sporocercae lamellae insertae, filiformes.

2. **Bucephalus (Bucephalopsis) Haimeanus** *LACAZE-DUTHIERS.*

*Corpus* ovato-lanceolatum transverse striatum, postice emarginatum, versatile. *Sporocercae* filiformes, longissimae, subtilissime transverse striatae, corpori 5—7plo longiores, subito et valde contractiles, interdum contortae, media pagina lamellae crassae obsolete trilobae insertae, lobo lamellae postico inflexo, lateralibus patentibus. Longit corp....

*Sporocercarum dejectarum sporonemata* primum cylindrica demum irregulariter constricta vel moniliformia, indivisa, ultra 1″ longa, fragilia.

Bucephalus Haimeanus *Lacaze-Duthiers:* in Annal. des Sc. nat. 4. sér. I. (1854). 294 — 302. Tab. V (cum evolut.) Fig. 5 (sporonematis fragmentum).

*Habitaculum. Ostrea edulis* et *Cardium rusticum:* in glandulis abdominalibus, ad insulas Balearicas Mahon et Cette *(Lacaze-Duthiers).*

Nota. Clo. *Lacaze-Duthiers* tractus intestinalis in hac specie simplex.

Genera minus cognita.

## VIII. HETEROSTOMUM *FILIPPI.*

Distoma *Baer.*

*Corpus* elongatum depressum, marginibus ciliatis. *Os* anticum orbiculare limbo prominulo. *Acetabulum* subcentrale amplum. *Sporocerca*... (una?). *Fovea caudalis*, an porus excretorius basilaris v. subbasilaris?

1. **Heterostomum echinatum** *FILIPPI.*

*Corpus* ellipticum utrinque attenuatum rotundatum, flavescens. *Acetabulum* centrale. *Fovea caudalis* basilaris. Longit. $^1/_6$‴.

Heterostomum echinatum *Diesing:* Syst. Helm. I. 302.

*Habitaculum. Paludina impura*: in corporis superficie, Ticini (Filippi).

Marginum cilia cl. de Filippi echina sunt.

2. **Heterostomum ovatum** *DIESING.*

*Corpus* ovato-oblongum, retrorsum attenuatum, flavescens. *Acetabulum* subcentrale. *Fovea caudalis* subbasilaris. Longit. $^1/_3$—$^1/_2$‴.

Heterostomum ovatum *Diesing:* Syst. Helm. I. 302.

*Habitaculum. Paludina vivipara:* ad testiculos et hepar in folliculo membranaceo inclusum (zootheca?), Regiomontii (Baer).

Digitized by Google

## IX. LEUCOCHLORIDIUM *CARUS* char. reform.

Vermis dubius Helicis putris *Rudolphi*.

*Corpus* elongatum depressum. *Os* anticum. *Acetabulum* subcentrale. *Sporocercae*.... (duae?). *Fovea caudalis* (?) infra acetabulum transverse semilunaris. *Porus excretorius* dorsalis posticus.

Nota. Suadet *sporonematis* praesentia supponere sporocercas quoque adesse duas.

### 1. Leucochloridium paradoxum *CARUS*.

*Corpus* utrinque angustatum, rotundatum, $^1/_6$‴ longum. *Sporonema* filiforme, ramosum, gracile, albidum, rigidum, ad 5‴ et ultra longum, sporulas et animalcula aetate varia includens, apice in receptaculum tumens. *Receptaculum* contractile, undulans, animalcula numerosa (150—300) ejusdem aetatis ac indolis, singula vesicula (membrana nuclei cellularis residua?) inclusa, fovens, 6 — 10‴ longum, subcylindricum, albicans, fasciis transversis viridibus et antice maculis brunneis pictum.

Tractus cibarius bifurcatus. — Vasa duo undulata e lacuna postica antrorsum currentia, sed ante os in angulum infracta recurrentia.

Nota. Animalcula solum ecaudata e sporonemate et receptaculo cognita, caudata vero hucusque ignota.

Leucochloridium paradoxum *Diesing*: Syst. Helm. I. 303. — *Piper*: in Wiegmann's Arch. 1851. I. 313. — *Vogt*: Bilder aus dem Thierleben 1852. 183 et 191. Fig. 66. — *Siebold*: in Zeitsch. f. wissensch. Zool. IV. 425 — 437. Tab. XVI. B. (de evolutione).

*Habitaculum. Succinea amphibia*: in tentaculis, Septembri et Octobri, in Saxonia (Ahrens) Julio (Carus) — sporonemata numerosa implexa inter hepar, intestinum et organa genitalia sita, receptaculis suis in tentacula usque propulsis, Junio et Julio, Vratislaviae, (Siebold et Hensel): imo in Succineis mortuis e tentaculis perforatis prominentibus, in Saxonia (Piper).

### Cercariaea minus cognita vel penitus dubia.

### 1. Cercariaeum Limacis.

*Corpus* laeve, ovale. *Os* et *acetabulum* subglobosa. *Sporocerca* ignota. Longit. $^1/_4$—$^1/_2$‴; latit. ad $^1/_{10}$‴.

Heterostomum? Limacis — *Diesing*: Syst. Helm. I. 302.

*Habitaculum. Limax agrestis*, *cinereus* et *rufus*: ad hepar et intestina, Rhedoni (Dujardin).



Digitized by Google

**2. Cercariaeum Helicis aspersae.**

*Corpus* valde contractile. *Os* et *acetabulum* ampla, ejusdem magnitudinis. *Sporocerca*... Longit. corp. $^1/_{10}$—$^1/_2$‴.
*Sporocerca dejecta* oblonga fusiformis v. bifurcata, animalcula 4—12 includens.

Heterostomum? Helicis aspersae *Diesing*: Syst. Helm. I. 302.

*Habitaculum. Helix aspersa*: ad hepar in sporocerca dejecta, Rhedoni (Dujardin).

**3. Cercariaeum Helicis Pomatiae.**

Longit. $1^1/_2$‴.

*Sporocerca* dejecta cylindrica, animalcula numerosa caudata includens.

Heterostomum? Helicis Pomatiae *Diesing*: Syst. Helm. I. 303.
Cercaria sagittifera *Siebold*: Band- und Blasenwürmer 1854, 18 (solum nomen), Fig. 3 (sporocerca dejecta).

*Habitaculum. Helix Pomatia*: in rene (Meckel), in sporocerca dejecta (Siebold).

**4. Cercariaeum Helicis alternatae.**

*Corpus* ovatum, planum, album. *Os* acetabuliforme, amplum, circulare. *Acetabulum* centrale magnitudine fere oris. *Sporocerca*... *Fovea caudalis* (porus excretorius?) inter acetabulum et apicem posticum. Longit. corp. $^1/_2$‴; latit. $^1/_4$‴.

Oesophagus fusiformis. —Ventriculus subglobosus. — Tractus intestinalis bifurcatus.
Distoma Helicis *Leidy*: in Proceed. Acad. Philad. III. (1847) 220.

*Habitaculum. Helix alternata*: in pericardio, Philadelphiae (Leidy).

**5. Cercariaeum vagans.**

Distoma vagans *Leidy*: in Journ. of Acad. of Natur. Sc. of Philad. 2. ser. I. 301 — 309. Tab. XLIII. 2 — 16 (de evolutione) (non vidi). — *Mencke* in Zeitsch. f. Malacozoolog. 1852. N. 3. 48.

*Habitaculum. Helix albolabris* et *H. alternata*: in pericardio: individua 56 in uno pericardio, Philadelphiae (Leidy).

**6. Cercariaeum Lymnaei auricularis.**

*Sporocerca dejecta* animalcula ecaudata includens.

Distoma Lymnaei auricularis *Filippi*: in Mem. Acad. des Sc. de Turin, 2. ser. XV. 25 et 30. Tab. II. Fig. XXXII (sporocerca dejecta).

*Habitaculum*. Lymnaeus auricularis: in sporocerca dejecta (Filippi).

Digitized by Google

**7. Cercariaeum Lymnaei palustris.**

*Corpus* laeve, obovale v. orbiculare, supra convexum, subtus concavum. *Os* anticum. *Acetabulum* ore majus, subcentrale. *Sporocerca* . . . Longit. corp. $^1/_5$—$^1/_2$‴; latit. ad $^1/_{10}$‴.

Heterostomum? Lymnaei *Diesing*: Syst. Helm. I. 302.

*Habitaculum. Lymnaeus palustris*: ad hepar, Rhedoni (Dujardin).

**8. Cercariaeum Paludinae viviparae.**

Cercaria Helicis viviparae *Diesing*: Syst. Helm. I. 298.

*Habitaculum. Paludina vivipara*: ad hepar, in sporocerca dejecta, Vilnae (Bojanus).

Cl. Bojanus sporocercam dejectam, Distomo ocreato similem, pro Distomi speciem sumsit.

**9. Cercariaeum Paludinae impurae.**

*Corpus* subellipticum utrinque attenuatum spinulosum. *Os* acetabuliforme amplum limbo aculeis cincto. *Acetabulum* subcentrale ore majus. *Sporocerca* . . . Longit. corp. ad $^1/_4$‴.

*Sporocerca dejecta (solenocerca* an simul *protogonocerca?)* primum agilis demum iners, animalcula plura (6—8) ecaudata includens.

Tractus intestinalis bifurcatus. Oesophagus bulbo pharyngeo magno instructus. Cellulae s. cryptae mucosae nucleolatae per corpus sparsae. Organum excretorium posticum reve undulatum inter cellulas situm.

Distoma Paludinae impurae *Filippi*: in Mem. Acad. des Sc. de Turin. 2. ser. XV (1854). 25 et 30. Tab. II. Fig. XXVIII — XXX (sporocerca dejecta). XXXI (animalculum).

*Habitaculum. Paludina impura:* in sporocerca dejecta (Filippi).

Nota. Forsan animalcula (nomine Distomatis ad corpus et ad pallium Paludinae viviparae e lacu Varese) libere vagantia pro individua adulta hujus speciei cauda jam deperdita sunt habenda.

**10. Cercariaeum Paludinae impurae (tentaculorum).**

Longit $^1/_2$‴.

Distoma Paludinae impurae *Baer*: in Nov. Act. Nat. Cur. XIII. 2. 655.

*Habitaculum. Paludina impura:* ad tentaculum dextrum, Regiomontii (Baer).



Digitized by Google

**11. Cercariaeum erythrops.**

*Corpus* diaphanum. *Ocelli* duo rubri.

Cercaria Paludinae impurae *Baer:* l. s. c. 655.

*Habitaculum Paludina impura* . . . Regiomontii (Baer).

Tractus cibarius simplex characteri generico *Histrionellae* repugnat.

**12. Cercariaeum melanops.**

*Corpus* fuscum, semicylindricum. *Ocelli* duo nigri magni.

*Sporocercae dejectae* forma cum illa *Cercariae fallacis* congrua.

Cercaria Paludinae impurae *Baer:* l. s. c. 655.

*Habitaculum.* Paludina impura . . . Regiomontii (Baer).

Tractus cibarius simplex characteri generico *Histrionellae* repugnat.

**13. Cercariaeum Planorbis cornei.**

Cercaria Planorbis cornei *Diesing:* Syst. Helm. I. 298.

*Habitaculum. Planorbis corneus*: ad ovaria, in sporocerca dejecta Distomo simili (Henle).

**14. Cercariaeum Physae fontinalis.**

Distoma Physae fontinalis *Baer:* l. s. c. 656.

*Habitaculum. Physa fontinalis* . . . in vesiculis, Regiomontii (Baer).

**15. Cercariaeum Ancyli lacustris.**

Distoma Ancyli lacustris *Baer:* l. s. c. 656.

*Habitaculum. Ancylus lacustris* . . . in sporocercis dejectis $^1/_2$‴ longis.

**16. Cercariaeum Cycladis rivicolae.**

Cercaria Cycladis rivicolae *Diesing*: Syst. Helm. I. 298.

*Habitaculum. Cyclas rivicola*: ad hepar, in sporocerca dejecta (Siebold).

**17. Cercariaeum Tellinae balticae.**

Cercaria Tellinae balticae *Diesing*: Syst. Helm. I. 298.

*Habitaculum. Tellina baltica*: ad ovarium, in sperocerca dejecta Gedani (Siebold).

---

Digitized by Google

## SITZUNG VOM 15. MÄRZ 1855.

### Eingesendete Abhandlung.

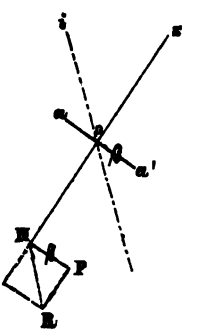
## *Theorie der Äquatorialboussole, und ihrer Anwendung zur Bestimmung der Inclination.*

Von **W. Zenger,**
prov. Lehrer der Physik zu Neusohl.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 8. März 1855.)

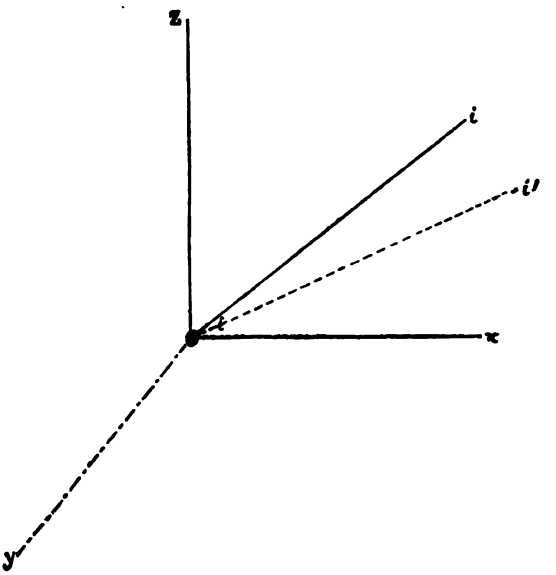
1.

Die Wirkung des Erdmagnetismus auf einen Magnet, welcher um eine zu seiner Länge senkrechte Axe beweglich ist, hängt von der Lage dieser Axe gegen die Richtung der Resultirenden der magnetischen Totalaction, oder gegen die Richtung der Inclination am Erdorte ab. Man kann nämlich die Totalkraft in jeder Lage der Nadel in zwei auf einander senkrechte Componenten so zerlegen, dass die eine ($NP$) parallel zur Richtung der Nadelaxe ($aa'$), die andere ($NR$) darauf senkrecht ist. Erstere kann offenbar auf den Magnet nicht wirken, da sie durch den Widerstand der Axe aufgehoben wird, und es erübrigt nur die senkrechte Componente. Wir wollen die Wirkung derselben für die vier wichtigsten Lagen des Magnetes, die Lage der Inclination, der horizontalen und verticalen Componente, und endlich des magnetischen Äquators betrachten.




Es sei $ox$ die Richtung der magnetischen Meridianlinie, $oy$ die in einer Horizontalebene auf der $ox$ und der Zenithlinie $oz$ senkrechte Gerade, $oi$ stelle die Richtung der Inclination am Erd-

Digitized by Google




orte vor, und liegt offenbar in der Ebene $xz$, daher die $oy$ auch auf $oi$ senkrecht stehen muss. In der ersten der oben angedeuteten vier Hauptlagen des Magnetes fällt die Axe offenbar in die Lage der $oy$; in der zweiten hat sie die Richtung $oz$, und der Magnet bewegt sich in der Horizontalebene $xy$; in der dritten hat die Axe die Richtung der $ox$, und der Magnet bewegt sich in der Ebene der $yz$. Denkt man sich die Axe aus der Lage $ox$ um den Winkel $xoi$ herausgedreht, so hat dieselbe die Richtung der Inclination, und bildet so die vierte Lage des Magnetes, der sich dann im magnetischen Äquator befindet. Da in jeder dieser Lagen nur die zur Richtung der Axe senkrechte oder dem Sinus des Neigungswinkels derselben gegen die Richtung der Inclination proportionale Componente zur Wirkung kömmt, so wird man die Action des Erdmagnetismus auf den Magnet in jeder dieser Lagen leicht finden können, wenn man die Totalkraft mit dem Sinus des jeweiligen Neigungswinkels multiplicirt. Bezeichnet man mit $t_1$, $t_2$, $t_3$, $t_4$ die Actionen in den vier verschiedenen Stellungen, mit $T$ die Totalaction des Erdmagnetismus, so wird $t_1 = T \sin zoy = T \sin 90^\circ = T$; $t_2 = T \sin zoi$; $t_3 = T \sin iox$; da aber $iox + zoi = 90^\circ$, so ist $t_3 = T \cos io x$, der Winkel $iox$ der Inclinationsrichtung mit der magnetischen Meridianlinie heisst aber der Inclinationswinkel ($i$), folglich ist $t_3 = T \cos i$, $t_2 = T \sin i$. Denkt man sich nun die Axe in der Ebene $xz$ um den Winkel $\beta = i'ox$ gedreht, so ist die Neigung der Axe gegen die Richtung der Inclination $iox - i'ox = i - \beta$, und $t_4 = T \sin (i - \beta)$; wird $i'ox = iox = i$, so ist $t_4 = o$ und die Nadel in den magnetischen Äquator gestellt.

Digitized by Google

2.

Lässt man auf einen Magnet, der in der vierten Lage sich befindet, einen Kreisstrom wirken, so wird nach dem Principe der Tangentenboussole, wenn $S$ die Intensität des durchgeleiteten Stromes, $\alpha$ den Ablenkungswinkel bedeutet, die Beziehung $S = t_4 \, tg\, \alpha$ stattfinden. Da $t_4 = T sin\,(i-\beta)$ ist, so wird $S = T sin\,(i-\beta)\, tg\, \alpha$ sein; die Gleichung $\frac{dt_4}{d\alpha} = -\frac{2\,t_4}{sin\ 2\,\alpha}$ zeigt, dass die Boussole ihre höchste Empfindlichkeit für $t_4 = o$ und $\alpha = 45°$ erreicht. Die erste Bedingungsgleichung wird jedoch erfüllt, wenn $t_4 = T\, sin\,(i-\beta) = o$, d. i. $i = \beta$ wird. Die Äquatorialboussole ist sonach die empfindlichste, und wird um so empfindlicher, je genauer die Einstellung in den magnetischen Äquator bewerkstelliget wird. Bei der wirklichen Verwendung einer solchen Boussole wird man jedoch nicht zu weit hierin gehen dürfen, und noch eine geringe Richtkraft der Nadel belassen. Um die Einstellung der Ringebene in die gehörige Lage zu bewerkstelligen, wird nur nöthig sein, dieselbe so lange zu verstellen, bis ein nach einander in entgegengesetzter Richtung durchgeleiteter Strom nach beiden Richtungen die Nadel gleich stark ablenkt. Die durch zwei verschiedene Ströme bewirkten Ablenkungen werden nun zu einer Vergleichung der Stromstärken vermittelst der Relationen $S = T sin\,(i-\beta)\, tg\, \alpha$ und $S' = T sin\,(i-\beta)\, tg\, \alpha'$, wenn $i-\beta$ und $T$ unverändert bleiben.

Da jedoch sowohl der Inclinationswinkel, als die Totalkraft sich ändert, so wird es nöthig sein, den Einfluss dieser Änderungen auf das erhaltene Resultat zu untersuchen. Differenzirt man die vorstehende Gleichung in Bezug auf $i$, $\alpha$ und $T$, so erhält man $d\alpha = -\left(cot\,(i-\beta)\, di + \frac{dT}{T}\right) \frac{sin\ 2\,\alpha}{2}$. Diese Gleichung zeigt, dass eine Äquatorialboussole für die geringsten Änderungen in der Inclination eine bedeutende Änderung in der Ablenkung zeigen müsse, denn da $i = \beta - o$ wird, so ist $cot\,(i-\beta)$ sehr gross, und dieser Umstand kann die Anwendung der Äquatorialboussole wesentlich beschränken, wenn die Änderungen in der Inclination und der Intensität des Erdmagnetismus nicht anderweitig bekannt sind. Nehmen wir für einen Augenblick an, dass die Intensität $T$ sich nicht geändert habe, so wird $d\alpha = -\frac{cot\,(i-\beta)\, sin\ 2\,\alpha}{2} di$; woraus erhellt, dass $d\alpha$

Digitized by Google

um so grösser ist, je kleiner $i-\beta$, d. h. je näher der Magnet der Lage des Äquators kömmt, und je grösser $\sin 2\alpha$ ist, den grössten Werth erreicht $\sin 2\alpha$ für $\alpha = 45°$:

Um nun einen Massstab zur Beurtheilung den Änderungen in $\alpha$ zu gewinnen, wollen wir in der Gleichung $\frac{d\alpha}{di} = -\frac{\cot(i-\beta)\sin 2\alpha}{2}$, $\alpha = 45°$ und $\sin 2\alpha = 1$ annehmen: dann ist $\frac{di}{d\alpha} = -\frac{\cot(i-\beta)}{2}$, der Differentialquotient sonach proportional der halben Cotangente des Neigungswinkels der Axe gegen die Richtung der Inclination. Berechnet man die Werthe des Differentialquotienten für verschiedene und kleine Werthe von $i-\beta$, so erhält man folgende Zusammenstellung:

| $i-\beta$ | $\left(\frac{d\alpha}{di}\right)$ | $i-\beta$ | $\left(\frac{d\alpha}{di}\right)$ | $i-\beta$ | $\left(\frac{d\alpha}{di}\right)$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0° 5′ | — 343.78 | 1° 10′ | — 24.50 | 2° 20′ | — 12.27 |
| 0 10 | 171.89 | 1 20 | 21.48 | 2 30 | 11·45 |
| 0 20 | 85.94 | 1 30 | 19.09 | 2 40 | 10·74 |
| 0 30 | 57.29 | 1 40 | 17.18 | 2 50 | 10·10 |
| 0 40 | 42.96 | 1 50 | 15.62 | 3 0 | 9·54 |
| 0 50 | 34.38 | 2 0 | 14.32 | 3 10 | 9·04 |
| 1 0 | 28.64 | 2 10 | 13.21 | | |

Die vorstehende Tabelle zeigt, dass selbst bei einem Abstande von $^1/_2{}^\circ$ die Änderungen noch so beteutend sind, das 1′ Änderung in der Inclination die Ablenkung um einen ganzen Grad ändert. So unbequem dies für die Anwendung einer solchen Boussole zur Messung von Stromintensitäten ist, so liegt doch hierin ein Vorzug dieses Apparates bei seiner Anwendung zur Bestimmung der Inclination mittelst desselben.

Ein weiterer Fehler des Apparates entsteht durch die Überwucht eines Nadelendes, wird jedoch viel geringer als bei der verticalen Boussole, indem hier die relative Überwucht nicht ganz, sondern nur eine Componente derselben wirken kann, da die Kreisebene, in der sich der Magnet bewegt, nicht vertical steht, sondern unter dem Winkel $i'$ geneigt gegen die verticale Ebene, so dass die relative Überwucht in zwei Componenten zerfällt, wovon die eine, welche dem Cosinus des Neigungswinkels proportional ist,

Digitized by Google

allein zur Wirkung kommen kann; es ist daher $\pi'' = \pi' \cos i$, wo $\pi'$ die relative Überwucht bedeutet, diese ist aber $\pi' = \pi \sin \alpha$, folglich $\pi'' = \pi \cos i \sin \alpha$; die Überwucht, welche an sich schon eine kleine Grösse bei sorgfältig gearbeiteten Apparaten ist, wird somit noch kleiner im Verhältniss des Cosinus der Inclination, so dass dieser Fehler als eine Grösse zweiter Ordnung in den allermeisten Fällen wird vernachlässigt werden können, wodurch sie für die Anwendung, abgesehen von ihrer viel grösseren Empfindlichkeit, der verticalen Boussole vorzuziehen ist.

### 3.

Die oben auseinandergesetzte rasche Veränderlichkeit des Ablenkungswinkels an einer Äquatorialboussole gibt ein vortreffliches Mittel zur Bestimmung der Inclinationsrichtung eines Erdortes. Der einfachste Weg hierzu wäre eine Boussole so einzurichten, dass sie sich nahezu in den magnetischen Äquator bringen lasse und dann diejenige Neigung der Nadelaxe gegen die Horizontalebene zu ermitteln durch die directe Ablesung eines getheilten Kreises oder durch eine Scalenablesung, bei welcher das Maximum der Ablenkung stattfindet.

Da jedoch dieses Maximum der Ablenkung nicht bequem und genau genug sich beobachten lassen dürfte, so wird es zweckmässiger sein, durch zwei einander unmittelbar folgende Beobachtungen die Inclination in folgender Weise zu bestimmen. Nachdem man angenähert die Inclinationsrichtung des Erdortes gefunden, oder was noch einfacher ist, nachdem man die Boussole durch Beobachtung des Maximums der Ablenkung in den magnetischen Äquator nahezu eingestellt hat, bewegt man dieselbe um einen kleinen Winkelwerth z. B. $0{\cdot}5^\circ - 1^\circ$ aus dieser Lage heraus und beobachtet den Ablenkungswinkel $\alpha$, nun dreht man in der entgegengesetzten Richtung und beobachtet abermals den Ablenkungswinkel $\alpha'$, die entsprechenden Neigungen der Axe werden $i - \beta$ und $\beta' - i$ sein, wo $\beta$ und $\beta'$ durch eine Kreistheilung an der Boussole oder durch eine Scalenablesung mit möglichster Schärfe gegeben sein müssen und beide Winkel von der Horizontalebene gegen das Zenith gezählt werden. Die entsprechenden Werthe der erdmagnetischen Componenten $t_h$ und $t_h'$ werden sein

$$t_h = T \sin (i - \beta) \text{ und } t_h' = T \sin (\beta' - i),$$

Digitized by Google

woraus

$$S = T \sin(i-\beta) tg\,\alpha \text{ und } S = T \sin(\beta'-i) tg\,\alpha'$$

folgt. Da derselbe Strom gebraucht wird, so muss

$$T \sin(i-\beta) tg\,\alpha = T \sin(\beta'-i) tg\,\alpha' \text{ oder } \frac{tg\,\alpha'}{tg\,\alpha} = \frac{\sin(i-\beta)}{\sin(\beta'-i)}$$

sein, setzt man diesen Quotienten

$$\frac{tg\,\alpha'}{tg\,\alpha} = c, \text{ so ist } c = \frac{\sin(i-\beta)}{\sin(\beta'-i)},$$

durch Auflösung erhält man dann:

$$tg\,i = \frac{c \sin\beta' + \sin\beta}{c.\cos\beta' + \cos\beta} \quad (1)$$

Setzt man $c \sin\beta' = \beta_0$, $c \cos\beta' = \beta_0'$, so wird

$$tg\,i = \frac{\sin\left(\frac{\beta o+\beta}{2}\right)\cos\left(\frac{\beta o-\beta}{2}\right)}{\cos\left(\frac{\beta_0'+\beta}{2}\right)\cos\left(\frac{\beta_0'-\beta}{2}\right)} \quad (2)$$

Differenzirt man die Gleichung 1) so ergibt sich:

$$\frac{di}{d\alpha} = \frac{\sin(\alpha-\alpha')\cos(\alpha+\alpha')\sin^2(\beta'-i)}{2\sin(\beta'-\beta)\sin^2\alpha\cos^2\alpha'}, \quad (3)$$

woraus ersichtlich wird, dass ein Fehler in der Ablesung des Ablenkungswinkels den kleinsten Einfluss auf das Resultat ausübt, wenn $\alpha = \alpha'$ und $\beta'-i=0$ wird; da hier jedoch das Quadrat des $\sin(\beta'-i)$ vorkömmt, so ist nicht nöthig den Winkel $i-\beta$ und $\beta'-i$ gar zu klein werden zu lassen, was bei dem wirklichen Beobachten Schwierigkeiten machen könnte, indem der Ausdruck $\frac{\sin^2(\beta'-i)}{\sin(\beta'-\beta)}$ auch für grössere Unterschiede der Winkelwerthe noch klein genug ausfällt. Aus den oben angeführten Gründen wird man ferner $\alpha = 45°$ nehmen, um das Maximum der Veränderlichkeit des Ablenkungswinkels zu erreichen, das zugleich den Ausdruck $\frac{di}{d\alpha}$ 3) auf ein Minimum reducirt, indem $\cos(\alpha+\alpha') = \cos 90°$ werden wird. Dadurch wird $c = 1, tg\,\alpha = tg\,\alpha'$; daher $\beta o = \beta_0'$ und $tg\,i = tg\,\frac{\beta+\beta'}{2}$, wodurch eine eigene Scalen- oder Kreisablesung von der Nadel überflüssig wird, indem man mittelst eines Mikroskopes dennoch sehr genau den unverrückten Stand der Nadel in den zwei Lagen der Boussole wird beobachten können. Man wird dann mit einer einzigen Kreis- oder Scalentheilung zur genauen

Digitized by Google

Ermittelung von $\beta$ und $\beta'$ ausreichen. Nebstdem wird jedoch noch der Vortheil erreicht, dass bei diesem Beobachtungsverfahren der Fehler der Tangentenboussole gänzlich eliminirt wird, so dass man in der Wahl der Nadellänge bei der Construction eines solchen Apparates ganz unbeschränkt ist. Um etwaige Änderungen der Stromintensität zu entdecken, könnte wohl ein empfindlicher Multiplicator mit in den Schliessungskreis gebracht werden; jedoch wird es immer möglich sein einen Strom auf die kurze Dauer einer solchen Beobachtung unverändert zu erhalten.

---

## Vortrag.

### *Über einige Fossilien aus dem Dolomite des Monte Salvatore bei Lugano.*

Von dem c. M., Hrn. k. k. Bergrath **Franz Ritter v. Hauer.**

(Mit 1 Tafel.)

Seit L. v. Buch's denkwürdigen Untersuchungen der Gebirge in der Umgegend des Luganer Sees im Canton Tessin [1]) wurden dieselben und namentlich auch der Dolomit des südlich von Lugano gelegenen Monte Salvatore wiederholt der Gegenstand aufmerksamer Forschungen, unter denen hauptsächlich die eines Breislack [2]), Girard [3]), Lavizzari, Brunner [4]), Merian [5]) u. s. w. hervorzuheben sind.

Wenn aber auch als Resultat dieser Forschungen, theils durch Lagerungsverhältnisse, theils durch Analogien mit anderen Theilen

---

[1]) „Über einige geognostische Erscheinungen in der Umgegend des Luganer Sees." Abh. der kön. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1827 — und v. Leonhard's Zeitschrift für Mineralogie 1827, I, S. 289—300. — „Geognostische Karte der Gegend zwischen dem Orta- und dem Luganer See" v. Leonhard und Bronn, Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1830, S 320.

[2]) Osservazioni sopra i terreni compresi tra il Lago Maggiore e quello di Lugano. Mem. d. I. R. Istituto del Regno Lomb. Veneto 1838, V, S. 31—186.

[3]) v. Leonhard und Bronn, Jahrbuch 1851, S. 334—338.

[4]) Aperçu géologique des environs du Lac de Lugano. Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften 1852, Bd. XII, S. 1—18.

[5]) „Über die Flötzformationen in der Umgegend von Mendrisio." Verhandl. d. naturf. Gesellsch. in Basel 1854, 1. Hft., S. 71.

Digitized by Google

der Alpenkette mit grossem Grade von Wahrscheinlichkeit hervorging, dass der Dolomit des Monte Salvatore und der denselben unterlagernde „Verrucano" der Triasformation angehören, so fehlte doch bis zur neuesten Zeit herab ein directer paläontologischer Beweis, denn das einzige bestimmbare Fossil, welches Hr. Lavizzari in dem Dolomite auffand, erkannte Hr. Brunner als eine neue Art einer Avicula, die er *A. salvata* nannte und kurz charakterisirte, ohne sie jedoch abzubilden.

Erst den emsigen und aufmerksamen Bemühungen des Herrn Abbate Giuseppe Stabile in Lugano gelang es unter Mitwirkung seines Bruders Filippo Stabile und des Herrn Viglezzi eine Reihe gut bestimmbarer und in hohem Grade interessanter Petrefacten in dem erwähnten Dolomite aufzufinden, und so eine sichere auf paläontologische Merkmale gestützte Bestimmung seines Alters zu ermöglichen. Herr Stabile sandte seine Ausbeute an den trefflichen Paläontologen, Hrn. Rathsherrn P. Merian in Basel zur Bestimmung und dieser veröffentlichte zuerst [1]) eine Liste der Fossilien des Monte Salvatore, die nebst einer Reihe schon bekannter, dem deutschen Muschelkalke angehöriger Arten auch die Namen und eine kurze Charakteristik einiger neuen Arten enthält. Herr Stabile selbst fügte später [2]) die Namen von noch zwei neuen Arten hinzu, und sandte mir die sämmtlichen Exemplare, auf welche sich diese Arten gründen, mit der Bitte, Abbildungen und eine genaue Beschreibung derselben zu veröffentlichen. Es ist mir um so erwünschter dieser Aufforderung zu entsprechen, als sich aus der näheren Untersuchung dieser Fossilien ungeachtet ihrer sehr unvollständigen Erhaltung, einige Folgerungen ergeben, die, wie mir scheint, nicht ohne Wichtigkeit für die Geologie der Alpen überhaupt sind.

### 1. Ammonites Luganensis Merian.

Taf. I, Fig. 1 und 2.

1854. *A. Luganensis* Merian. Verhandlungen der naturf. Gesellsch. in Basel. 1. Hft., S. 88.

1854. *A. (Ceratites) Luganensis* Stabile. Dei fossili del terreno triassico p. 7.

Die weit umhüllenden Umgänge dieser Art lassen nur einen ziemlich engen Nabel offen, der an dem einzigen vorliegenden Exem-

[1]) Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel 1854, 1. Hft., S. 84.

[2]) Dei fossili del terreno triassico nei d' intorni del Lago di Lugano.

Digitized by Google

plare mit Gestein verdeckt ist, so dass die inneren Umgänge nicht sichtbar sind. Die Umgänge sind beträchtlich höher als breit, der Rücken flach gewölbt, auf seiner Mittellinie mit einem starken gerundeten Kiel geziert. Die Seiten sind durch eine deutliche Kante mit dem Rücken verbunden, sie sind flach, doch nimmt die Breite bis zum unteren Drittel der Höhe des Umganges zu; von hier senken sich die Seitenwände anfangs allmählich, dann rasch gegen den Nabel.

Auf den Seitenwänden stehen breite, sehr flache, etwas sichelförmig nach vorne gebogene, aber ziemlich unregelmässige Falten. Jede derselben endigt an der Rückenkante mit einem starken Knoten. Eine zweite Reihe von Knoten zeigt sich auf den Seitenflächen im unteren Drittel der Höhe, da wo die Schale ihre grösste Breite erreicht. Diese Seitenknoten sind weit weniger zahlreich als die Rückenknoten, indem sich nicht nur meist je zwei Falten zu einem solchen Knoten vereinigen, sondern überdies auch einzelne Falten bis zum Nabel fortlaufen, ohne einen Seitenknoten anzusetzen. Die Zahl der Rückenknoten, und somit auch der Falten an den oberen Theilen des letzten Umganges beträgt, so weit man nach dem nur zur Hälfte gut erhaltenen Exemplare urtheilen kann, 18—20, die der Seitenknoten 7 oder 8.

Die Lobenzeichnung vollständig genug zur Abbildung blosszulegen ist leider nicht möglich, sie zeichnet sich durch breite, niedere Sättel und schmale aber seichte Loben aus, von denen die Letzteren deutliche Zähne erkennen lassen, während die Ersteren schwach gekerbt zu sein scheinen.

Der Durchmesser des vorliegenden Exemplares beträgt kaum über $1^1/_2$ Zoll, die Höhe des letzten Umganges beträgt ungefähr $^5/_{10}$, seine Breite $^4/_{10}$, der Durchmesser des Nabels etwas über $^2/_{10}$ des Durchmessers der Schale.

*A. Luganensis* hat, wie schon Merian hervorhebt, einige Ähnlichkeit mit dem von mir beschriebenen *A. binodosus* [1]); er unterscheidet sich aber sehr auffallend durch den Kiel, den er am Rücken trägt. Überdies scheint die Lobenzeichnung nach dem Wenigen, was ich davon sehen konnte, sehr abweichend.

Ob dagegen der von Girard angeführte *A. spiniferus* Catullo [2]) mit *A. Luganensis* zu vereinigen ist oder nicht, muss nach

---

[1]) Denkschriften der kais. Akad. d. Wissensch. II, S. 114, Taf. 19, Fig. 1—4.

[2]) v. Leonhard und Bronn, Jahrbuch 1843, S. 473.

Digitized by Google

den ungenügenden Nachrichten, die über jene Art vorliegen, dahingestellt bleiben. Das Exemplar, das Hr. Girard sah, ist der Abdruck des Rückens von einem Ammoniten, der zwei Reihen Knoten auf jeder Seite des gekielten Rückens trägt. Dieser Abdruck befindet sich in einem zarten dunkelrothen, kalkigen Sandsteine aus der Gegend von Zoldo, während aus derselben Gegend aus einem rothen Kalksteine, wahrscheinlich derselben Formation, die *Halobia Lommelii* (unter dem Namen *Productus pectiniformis Cat.*) angeführt wird. Später erwähnt Catullo [1]) ohne einen Namen zu geben, dieses Ammoniten, indem er anführt, dass die Abdrücke desselben im rothen (bunten) Sandsteine der Gegend von Zoldo mit mehreren Reihen von Knoten oder Höckern auf den Seiten versehen sind.

### 2. Ammonites Pemphix Merian.

Taf. I, Fig. 3 und 4.

1854. *A. Pemphix* Merian. Verhandlungen der naturf. Gesellsch. in Basel. 1. Hft., S. 88.

1854. *A. Pemphix* Stabile. Dei fossili del terreno triassico, p. 7.

Nur ungefähr die Hälfte eines Umganges von einem Exemplare liegt vor. Dasselbe deutet auf eine wenig umhüllende schmale Schale mit weitem Nabel. Der ziemlich schmale Rücken ist ganz flach, wie abgeschnitten, oder selbst etwas eingesenkt, durch eine markirte Kante mit den Seitenflächen verbunden. Die Letzteren sind flach gewölbt und nehmen bis zum Nabel hin an Breite zu. An der Nabelkante stehen starke, aber ziemlich unregelmässige Knoten. Auf den Seitenflächen stehen starke, gerundete, durch tiefe breite Furchen von einander getrennte Falten, die theilweise einzeln, theilweise zu zwei an den Knoten der Nabelkante, theilweise aber auch etwas höher zwischen den Knoten entspringen. Sie zeigen eine leichte sichelförmige Krümmung und enden an der Rückenkante in etwas in die Länge gezogenen scharfen Knoten, die eine entschiedene Ähnlichkeit unserer Form mit den Ammoniten aus der Familie der Dentaten bedingen.

Die Zahl der Knoten an der Rückenkante und somit auch der Falten in der Rückengegend beträgt für die vorliegende Hälfte eines Umganges 20, für einen ganzen Umgang also etwa 40; die Zahl der

[1]) Prodromo di Geognosia paleozoica delle Alpi Venete, S. 29.

Digitized by Google

Knoten an der Nabelkante für den halben Umgang 8, für einen ganzen demnach 16.

Von der Lobenzeichnung ist leider keine Spur zu erkennen.

Das vorliegende Exemplar deutet auf einen Durchmesser von $1^1/_2$ Zoll. Die Höhe des letzten Umganges beträgt $^{36}/_{100}$, seine Breite $^{30}/_{100}$, der Durchmesser des Nabels $^{40}/_{100}$ des Durchmessers der Schale.

Unter den bisher bekannten der Triasformation angehörigen Ammoniten hat offenbar der so vielförmige *A. Aon* Münst. in einigen seiner Varietäten die auffallendste Ähnlichkeit mit *A. Pemphix*. Namentlich könnten in dieser Beziehung die von Giebel [1]) unter dem Namen *A. dichotomus* Münst. abgetrennten Formen mit ihm verglichen werden. Hauptsächlich nur der Umstand, dass die Kenntniss der Lobenzeichnung mangelt, lässt es mir nicht räthlich erscheinen, eine Vereinigung jetzt schon vorzuschlagen.

Leichter ist es die neue Art von dem schon früher erwähnten *A. binodosus* [2]) getrennt zu halten. Zwar bietet die Beschaffenheit des Rückens manche Ähnlichkeit dar, doch zeigen die Falten der Seitenflächen hinreichende Merkmale zur Unterscheidung.

### 3. Chemnitzia tenuis sp. Münst.

Taf. I, Fig. 5.

1841. *Turritella tenuis* Münst. Beiträge zur Petrefactenkunde, IV, S. 121, Taf. 13, Fig. 31.

1854. *Chemnitzia sp.?* Merian. Verhandlungen d. naturf. Gesellsch. in Basel, 1. Hft., S. 87.

1854. *Chemnitzia Viglezzii* Stabile. Dei fossili del terreno triassico, p. 7.

Die aufmerksamste Vergleichung lässt keinen bemerkenswerthen Unterschied zwischen unserer Form und jener erkennen, die Graf Münster von St. Cassian abbildet, daher ich beide unbedenklich mit einander vereinige.

Das thurmförmige, sehr spitze Gehäuse des einzigen bisher aufgefundenen Exemplars hat 8 Windungen erhalten, doch ist sein oberes Embryonalende, welches aus noch 2 bis 3 Windungen bestehen mochte, weggebrochen, so dass im Ganzen etwa 11—12 Windungen vorhanden waren. Die einzelnen Umgänge sind sehr nieder, ziemlich

---

[1]) Die Cephalopoden der Vorwelt, S. 581.

[2]) Hauer, Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. II, S. 114, Taf. 19, Fig. 1—4.

Digitized by Google

stark gewölbt, durch eine tief eingesenkte Nath von einander getrennt; sie sind mit starken, gerundeten, beinahe gerade stehenden Längsrippen geziert, deren man 11 bis 12 auf jedem Umgange zählt. Die Zwischenräume, welche die Rippen trennen, sind kaum breiter als sie selbst.

Auf die Basis der Schlusswindung, welche etwas eingesenkt ist, setzen die Rippen nicht fort, man sieht hier nur die deutlich entwickelten Zuwachsstreifen.

Auch Spuren von feinen Querstreifen glaubt man hin und wieder zu erkennen.

Die Mundöffnung ist oben gerundet, unten an der etwas vorspringenden Spindel zugespitzt.

Die Länge der Schale, wenn man dieselbe bis zur Spitze ergänzt denkt, beträgt 11½ Wiener Linien, die Breite 2·7 Linien, die Höhe des letzten Umganges $^{18}/_{100}$ der Länge der ganzen Schale, der Wachsthumswinkel 19 Grad.

Das von Münster abgebildete Exemplar von St. Cassian hat eine Länge von kaum 5 Wiener Linien; es mag einen noch etwas spitzeren Wachsthumswinkel besitzen als das Exemplar vom Monte Salvatore, denn wenn auch die Zeichnung in dieser Beziehung beinahe vollständig mit der unseres Exemplares übereinstimmt, so wird doch bei der Beschreibung ausdrücklich angeführt, dass diese das Exemplar zu dick erscheinen lässt. Dieser Unterschied ist aber in der That auch der einzige, der sich zwischen beiden Exemplaren auffinden liesse.

Die auffallend niederen Windungen, die Gestalt der Mundöffnung und die Beschaffenheit der Verzierungen der Oberfläche unterscheiden die Art übrigens gut von ihren zahlreichen Verwandten aus den Schichten von St. Cassian und auch von der *Turbonilla nodulifera* Dunker [1]), mit der sie Merian vergleicht.

### 4. Halobia Lommeli Wissm.

Taf. I, Fig. 6.

1841. *Halobia Lommeli* Wissmann. Beiträge zur Petrefactenkunde von G. Gf. Münster, IV, S. 22, Taf. 16, Fig. 11.

---

[1]) Palaeontogr. I, S. 306, Taf. 35, Fig. 22.

Digitized by Google

1854. *Posidonomya* n. *sp.* Merian. Verhandl. d. naturf. Gesellsch. in Basel. 1. Hft., S. 86.

1851. *Posidonomya Meriani* Stabile. Dei fossili del terreno triassico, p. 8.

Die ausführliche Synonymie und Beschreibung dieser Art, die Herr Dr. Moriz Hörnes so eben in seiner Abhandlung über die Gasteropoden und Acephalen der Hallstätter Schichten in dem 9. Bande der Abhandlungen der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften veröffentlicht, macht es wohl überflüssig, hier in ein näheres Detail über dieselbe einzugehen.

Derselbe stimmt vollständig meiner Ansicht bei, dass das einzige aber zur Bestimmung hinreichend gut erhaltene Exemplar vom Monte Salvatore sich durch kein Merkmal von den typischen Exemplaren der Species aus den Wenger Schichten unterscheidet. Die flache Schale, der gerade Schlossrand, der kleine Buckel, die Faltenbildung können darüber in der That kaum einen Zweifel lassen. Übrigens weist auch schon Merian auf diese Ähnlichkeit mit Halobia hin.

### 5. Gervillia salvata Brunner.

Taf. I, Fig. 7—9.

1852. *Avicula salvata* Brunner. Neue Denkschriften der allgem. schweizerischen Gesellschaft für die ges. Naturw. XII, S. 5.

1854. *Av. salvata* Stabile. Dei fossili del terreno triassico nei d'intorni del Lago di Lugano, p. 8.

Von dieser ausgezeichneten neuen Art sandte mir Herr Stabile nicht die Original-Exemplare selbst, sondern nur Abbildungen der linken Schale, die in etwas vergrössertem Massstabe ausgeführt sind.

Nach der Beschreibung von Brunner gehört sie zur Gruppe der *Gerv. socialis*. Die Schale ist ungleichklappig, die rechte Klappe (von der mir keine Zeichnung vorliegt) ist flach, glatt, mit einem gekrümmten Buckel, ganz ähnlich wie bei *Gerv. socialis*, die linke Klappe ist gewölbt und mit 8 Radialrippen geziert. Nach der Zeichnung ist das vordere Ohr sehr klein, das hintere gross, abgerundet gewölbt, mit deutlichen Zuwachsringen versehen, die sich auch, wenngleich schwächer, auf der Schale selbst zu erkennen geben.

Die Länge des Exemplares beträgt 2 Centimeter (9 Wiener Linien).



Digitized by Google

Durch ihre Radialrippen unterscheidet sich *G. salvata* leicht von ihren verwandten Arten aus der Triasformation. Ob sie mit *A. Lebrunii*, einer Art, die d'Orbigny neuerlich aufstellte [1]) und die ebenfalls Radialstreifen auf dem convexen Theile der Schale trägt, näher verwandt sei oder gar übereinstimme, lässt sich, da keine Abbildung oder vollständige Beschreibung dieser Art vorliegt, nicht entscheiden.

Balsamo Crivelli fand, wie Brunner mittheilt, dieselbe Art auch zu Nobiallo am Comer-See in einem Dolomit, der mit Gyps in Verbindung steht und ebenfalls unmittelbar auf buntem Sandstein ruht.

### 6. Lima striata? sp. Schloth.

Taf. I, Fig. 11 und 12.

1854. *Lima Stabilei?* Mer. Verhandlungen der naturf. Gesellschaft in Basel, S. 86.

Zwei Bruchstücke einer Lima mit Längsrippen, die mir als der von Merian neu aufgestellten Art *L. Stabilei* angehörig, gesendet wurden, sind zu einer genaueren specifischen Bestimmung oder gar zur Begründung einer neuen Art vollkommen ungenügend. Was an ihnen erkennbar ist, bietet keinen Unterschied von *Lima striata* Schloth., einer Art, die Merian in seiner Liste der Fossilien des Monte Salvatore ebenfalls mit einem Fragezeichen anführt.

### 7. Lima Lavizzarii Stabile.

Taf. I, Fig. 10.

1854. *Lima sp.?* Merian. Verhandlungen der naturf. Gesellschaft in Basel. 1. Hft., S. 86.

1854. *Lima Lavizzarii* Stabile. Dei fossili del terreno triassico nei d'intorni del Lago di Lugano, p. 7.

Nach dem einzigen bisher aufgefundenen Exemplare dieser Art kann es wohl noch etwas zweifelhaft erscheinen, ob dieselbe wirklich zum Geschlechte Lima gehört oder nicht, denn von dem Buckel, dem Schlossrande, den Ohren u. s. w. ist nichts erhalten.

---

[1]) Prodrôme de Paléontologie stratigraphique I, p. 176.

Digitized by Google

Die länglich-ovale Schale ist mit feinen, etwas wellig hin und hergebogenen Radialstreifen versehen, die nicht an Stärke, wohl aber an Zahl vom Buckel gegen den Schlossrand hin zunehmen, ausserdem bemerkt man starke concentrische Runzeln. Diese Oberflächenzeichnung erinnert einigermassen an jene der *Posidonomya Clarae* von Buch.

Merian hebt die nahe Verwandtschaft hervor zwischen dieser Art und *Lima longissima* Volz (*Chamites striatus* Schloth., t. 34, fig. 3), die sich, so viel man aus der Abbildung entnehmen kann durch etwas gröbere, nie dichotome Längsstreifen, dann wohl auch durch weniger markirte concentrische Runzeln unterscheidet.

Ausser den hier beschriebenen Arten zählt Merian noch die folgenden auf, die er aus dem Dolomite des Monte Salvatore bestimmte:

*Terebratula vulgaris* Schloth.,
*Terebratula angusta* Schloth.,
*Spirifer fragilis* Schloth.,
*Ostrea difformis* Goldf.,
„ *spondyloides* Schloth.,
*Pecten inaequistriatus* Münst. (*Monotis Albertii* Goldf.),
„ *laevigatus* Schloth. (*P. vestitus* Goldf.),
*Myophoria elegans* Dunk. (*Lyriodon curvirostre* Goldf.),
„ *Goldfussi* Alberti,
*Venus ventricosa?* Dunk.,
*Natica incerta* Dunk.,
*Encrinites liliiformis* Schloth.

Mag auch die Bestimmung einer oder der anderen der in dieser Liste aufgeführten Arten noch nicht als ganz sicher betrachtet werden können, in der Folgerung wird man doch Hrn. P. Merian beistimmen müssen, dass die Fauna des Dolomites des Monte Salvatore die eines echten Muschelkalkes ist, eines Muschelkalkes, wie er mit gleich bestimmten paläontologischen Charakteren bisher an keiner Stelle der Nordalpen nachgewiesen werden konnte.

In einer erst ganz kürzlich erschienenen Notiz von A. Escher v. d. Linth [1]), in welcher dieser ausgezeichnete Forscher zu

[1]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. VI. Bd., 3. Heft, S. 519.



Digitized by Google

unserer grossen Befriedigung den festen Unterschied anerkennt, der zwischen den höher liegenden Dachsteinkalken und Kössener (Gervillien-) Schichten einerseits, und den älteren Hallstätter und Cassianer Schichten andererseits besteht, wird es als noch weiterer Untersuchung bedürftig betrachtet, ob die Schichten mit *Posidonomya Clarae, Naticella costata* u. s. w., also die Werfener Schichten, nach der Ansicht der österreichischen Geologen dem bunten Sandstein parallel stehen oder aber in Italien über dem Muschelkalke liegen. Ich gestehe, dass mir die Vorkommen des Monte Salvatore einen weiteren mächtigen Beweis für die Richtigkeit unserer Ansicht in dieser Frage zu liefern scheinen.

Die Schichtenfolge, wie sie in den eingangs erwähnten Schriften angegeben wird, ist die folgende:

Zunächst auf dem Glimmerschiefer folgt rother Sandstein, oft in Conglomerat übergehend, von Girard, Brunner u. A. entschieden als bunter Sandstein betrachtet, er ist nach Stabile vorwaltend roth oder röthlichbraun, öfter auch grünlich gefärbt und führt nach Girard viele Glimmerblättchen, stimmt also petrographisch vollkommen mit den Sandsteinen unserer Schichten von Werfen überein; über diesem Sandsteine liegt eine etwas über 50 Klafter mächtige Masse von dichtem geschichten Dolomit und auf diesem der zuckerkörnig-krystallinische Dolomit, der die Muschelkalk-Petrefacten enthält, er schliesst die Reihe der Flötzformationen am Monte Salvatore selbst. Am Monte St. Giorgio, dagegen auf der Südseite des Lago di Lugano, wiederholt sich dieselbe Schichtenfolge. Bunter Sandstein, Dolomit, in welchem ebenfalls bereits bezeichnende Muschelkalk-Versteinerungen gefunden wurden. Über diesem Dolomit, auf der Südseite bei Arzo, folgen aber nun ohne weiteres Zwischenglied durch zahlreiche Versteinerungen bezeichnete Liasschichten.

Unmöglich scheint es mir die Analogie zu verkennen, welche zwischen dieser Schichtenfolge und derjenigen der Triasgebilde unserer Nordalpen stattfindet. Das Vorkommen von *Halobia Lommelii* und der *Chemnitzia tenuis*, dann das des *A. Pemphix*, der vielleicht mit *A. Aon* zu vereinigen ist, also bezeichnender Fossilien der Hallstätter und Cassianer Schichten in dem Dolomite macht es jedenfalls höchst unwahrscheinlich, dass man hier erst über diesem Dolomite die Petrefacten der Werfener und Seisser Schichten zu suchen habe,

Digitized by Google

**Fr. v. Hauer. Versteinerungen vom Monte Salvatore.**

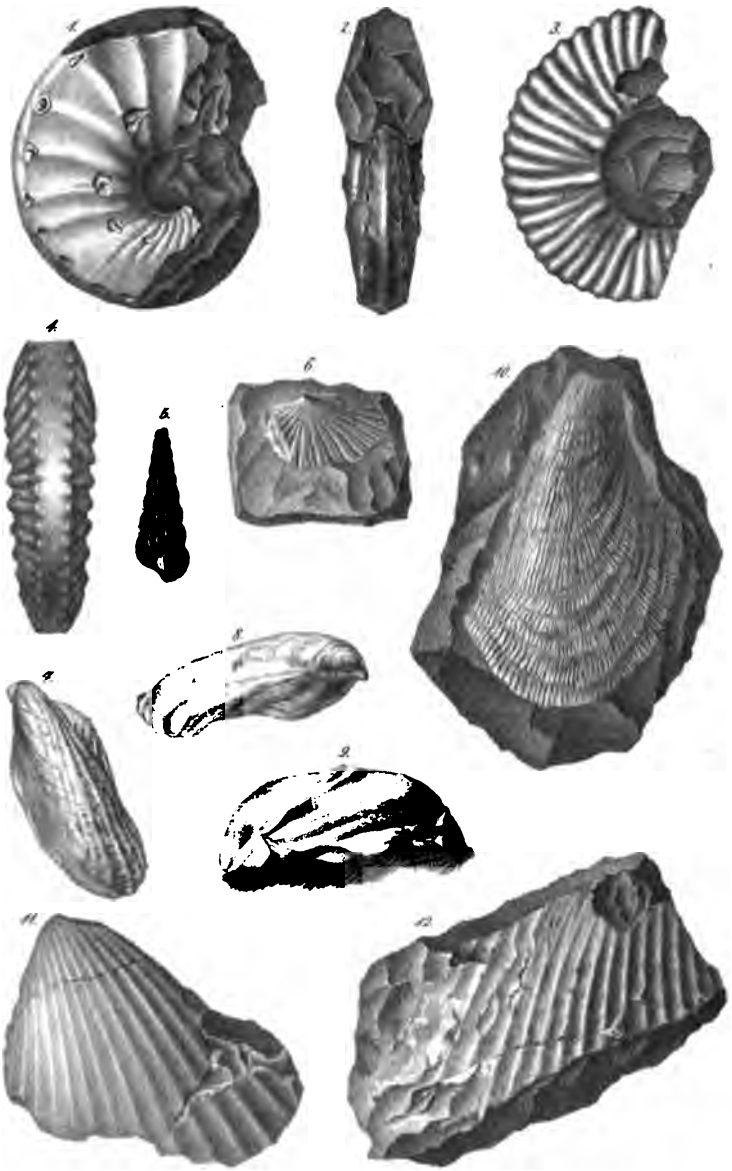


*Fig. 1. 2. Ammonites Luganensis Mer.*
*„ 3. 4. „ Pemphix Mer.*
*„ 5. Chemnitzia tenuis spec. Münst.*
*Fig. 6. Halobia Lommeli Wissm.*
*„ 7-9. Gervillia salvata Brunn.*
*„ 10. Lima Lavizzarii Mer.*
*Fig. 11. 12. Lima striata Goldf.? ?*



Digitized by Google

Digitized by Google

die in den Nordalpen wie in Südtirol nach so vielfältigen Beobachtungen unter den erstgenannten Gebilden liegen.

Auch bemühte sich Merian vergeblich sie hier aufzufinden, sie werden vielmehr durch den tiefer liegenden Sandstein vertreten, der ihnen auch petrographisch vollkommen gleicht. Der Dolomit repräsentirt dann sowohl die Guttensteiner als auch die Hallstätter Schichten, welche beiden Etagen sich in der Folge vielleicht auch noch trennen lassen werden; mindestens weist schon Stabile (pag. 4) auf einen Unterschied hin zwischen den organischen Resten des festen krystallinischen Dolomites von beinahe blätterigem Ansehen, der reicher an Fossilien ist, und jenen des zuckerkörnigen, mehr zerreiblichen, der namentlich die Ammoniten enthält.

---

## SITZUNG VOM 22. MÄRZ 1855.

---

## Eingesendete Abhandlungen.

### *Über die Bahn der Calliope.*

Von **Dr. Karl Hornstein**,
Adjunct der k. k. Sternwarte zu Wien.

(Vorgelegt durch das w. M., Herrn Director Karl v. Littrow.)

Ich habe in dem Jännerhefte dieser Sitzungsberichte meine neue Bahnbestimmung der Calliope mitgetheilt, nebst der für die nächste Opposition (1855) nöthigen Ephemeride. Für dieselbe Periode ist auch im Berliner astronomischen Jahrbuche für 1857 und im Nautical Almanac für 1858 eine Ephemeride enthalten; beide Ephemeriden zeigen indessen einen so beträchtlichen Unterschied von der meinigen, dass es mir interessant schien, den Grund dieser Abweichung, wo es möglich ist, näher zu untersuchen. Bruhn's Ephemeride (im Berliner Jahrb.) gibt z. B. für den 11. Mai 1855 die Rectascension der Calliope um 46 Zeitsecunden kleiner, die Declination aber um $2^{3}/_{4}$ Bogenminuten grösser, Hind's Ephemeride (im Nautical Almanac) dagegen gibt für denselben Tag die Rectascension um 37 Secunden grösser, und die Declination um $3^{1}/_{4}$ Minuten kleiner, als dies nach meiner Bahn

Digitized by Google

folgt. Diese Differenzen dürften nicht überraschen, wenn die Beobachtungen nur einen kurzen Zeitraum umfassen würden; da aber der Planet nach seiner Entdeckung durch sechs Monate, und während der zweiten Erscheinung im verflossenen Jahre durch fünf Monate beobachtet werden konnte, so erscheinen jene Unterschiede von vorn herein wohl kaum zulässig, und waren um so mehr einer näheren Untersuchung werth, als sie beim Wiederaufsuchen des Planeten für den Beobachter sehr unbequem sein müssen.

Meiner Bahnbestimmung liegt keine willkürliche Voraussetzung zu Grunde, mit Ausnahme der in der Natur der angewendeten Methode liegenden Forderung, dass die Bahn den ersten und letzten Normalort genau, die übrigen aber, mit Hilfe der Methode dem kleinsten Quadrate, so nahe als möglich darstellen soll. Um also zu sehen, ob hierdurch der Rechnung ein beträchtlicher Zwang angethan sei, habe ich die Bahnbestimmung wiederholt, und zwar durch Anwendung der bekannten Differential-Formeln zur Verbesserung der Elemente. Statt die Correction der mittleren Anomalie zu suchen, habe ich die der mittleren Länge $l_0$ eingeführt, die voraussichtlich kleiner ausfallen musste als erstere. Da die Formeln nach Einführung der Grösse $\delta l_0$ vielleicht auch bei anderen Gelegenheiten gute Dienste leisten können, so lasse ich sie hier folgen. Die Bezeichnungen sind dieselben, wie in der Theoria motus, nur dass die geocentrische Länge und Breite des Planeten $\lambda$ und $\beta$, und die mittlere tägliche siderische Bewegung des Planeten (in Secunden ausgedrückt) $\mu$ genannt ist. Nennt man $\delta\lambda$ und $\delta\beta$ die Abweichungen (Rechnung weniger Beobachtung) der zu verbessernden Bahn von der Beobachtung, so hat man die beiden Gleichungen:

$$\frac{d\lambda}{dl_0}\delta l_0 + \frac{d\lambda}{d\Omega}\delta\Omega + \frac{d\lambda}{di}\delta i + \frac{d\lambda}{d\mu}\delta\mu + \frac{d\lambda}{d\varphi}\delta\varphi + \frac{d\lambda}{d\varpi}\delta\varpi + \delta\lambda = 0$$

und

$$\frac{d\beta}{dl_0}\delta l_0 + \frac{d\beta}{d\Omega}\delta\Omega + \frac{d\beta}{di}\delta i + \frac{d\beta}{d\mu}\delta\mu + \frac{d\beta}{d\varphi}\delta\varphi + \frac{d\beta}{d\varpi}\delta\varpi + \delta\beta = 0,$$

und die hier vorkommenden zwölf Coëfficienten werden erhalten aus nachstehenden Formeln:

$$\frac{d\lambda}{dl_0} = \frac{a}{\Delta' \cos\varphi} \cdot \frac{\sin(\lambda - \Omega)}{\sin M} \cdot \cos(M - u) +$$

$$+ \frac{a \operatorname{tg}\varphi}{\Delta'} \cdot \frac{\sin(\lambda - \Omega)}{\sin M} \cdot \cos(M + \Omega - \varpi)$$

Digitized by Google

$$\frac{d\lambda}{d\varpi} = -\frac{a\sin\varphi}{\Delta'}\left\{\frac{4\sin\frac{\varphi^2}{2}}{\sin 2\varphi} + \cos E\right\}.\frac{\sin(\lambda-\Omega)}{\sin M}.\cos(M-u) -$$

$$-\frac{a\,tg\,\varphi}{\Delta'}.\frac{\sin(\lambda-\Omega)}{\sin M}.\cos(M+\Omega-\varpi)$$

$$\frac{d\lambda}{d\Omega} = 1 + \frac{R}{\Delta'}\cos(L-\lambda) - \frac{r}{\Delta'}.\frac{\sin(\lambda-\Omega)}{\sin M}.\cos(M-u)$$

$$\frac{d\lambda}{di} = -\frac{r}{\Delta'}\cos(\lambda-\Omega)\sin u\sin i$$

$$\frac{d\lambda}{d\mu} = t.\frac{d\lambda}{dl_0} + 206265.\frac{2}{3\mu}.\frac{r}{\Delta'}.\frac{\sin(\lambda-\Omega)}{\sin M}.\sin(M-u)$$

$$\frac{d\lambda}{d\varphi} = \frac{r\sin v}{\Delta'\cos\varphi}.\frac{\sin(\lambda-\Omega)}{\sin M}.\cos(M-u) +$$

$$+\frac{a\cos\varphi}{\Delta'}.\frac{\sin(\lambda-\Omega)}{\sin M}.\sin(M+\Omega-\varpi)$$

$$\frac{d\beta}{dl_0} = \frac{a}{\Delta\cos\varphi}.\frac{\sin(N-\beta)}{\sin Q}.\cos(M-u-Q) +$$

$$+\frac{a\,tg\,\varphi}{\Delta}.\frac{\sin(N-\beta)}{\sin Q}.\cos(M-Q+\Omega-\varpi)$$

$$\frac{d\beta}{d\varpi} = -\frac{a\sin\varphi}{\Delta}\left\{\frac{4\sin\frac{\varphi^2}{2}}{\sin 2\varphi} + \cos E\right\}.\frac{\sin(N-\beta)}{\sin Q}.\cos(M-u-Q)$$

$$-\frac{a\,tg\,\varphi}{\Delta}.\frac{\sin(N-\beta)}{\sin Q}.\cos(M-Q+\Omega-\varpi)$$

$$\frac{d\beta}{d\Omega} = \frac{R}{\Delta}\sin\beta\sin(L-\lambda) - \frac{r}{\Delta}.\frac{\sin(N-\beta)}{\sin Q}.\cos(M-u-Q)$$

$$\frac{d\beta}{di} = \frac{r}{\Delta}.\frac{\sin u\cos i\cos(N-\beta)}{\cos N}$$

$$\frac{d\beta}{d\mu} = t.\frac{d\beta}{dl_0} + 206265.\frac{2}{3\mu}.\frac{r}{\Delta}.\frac{\sin(N-\beta)}{\sin Q}.\sin(M-u-Q)$$

$$\frac{d\beta}{d\varphi} = \frac{r\sin v}{\Delta\cos\varphi}.\frac{\sin(N-\beta)}{\sin Q}.\cos(M-u-Q) +$$

$$+\frac{a\cos\varphi}{\Delta}.\frac{\sin(N-\beta)}{\sin Q}.\sin(M-Q+\Omega-\varpi).$$

Ich habe nun, wie bei der ersten Rechnung im Jännerhefte, Bruhns erste Elemente zu Grunde gelegt und dieselben 12 Normal-

Digitized by Google

orte, wie dort, angenommen. Die daselbst gegebenen Abweichungen in Rectascension und Declination wurden nämlich von den Störungen befreit, und auf den Anfang der dort angenommenen Tage reducirt, und das Zeichen geändert. Hierdurch ergaben sich folgende Fehler der Ephemeride:

| | | | | (Rech.-Beob.) Fehler in AR. | in Decl. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 1852 | Novemb. | 25. | — 5'50 | + 1'01 |
| II. | | Decemb. | 10. | + 4·77 | — 0·92 |
| III. | | „ | 18. | + 10·00 | — 2·83 |
| IV. | 1853 | Jänner | 0 | + 13·17 | — 4·95 |
| V. | | „ | 11. | + 10·03 | — 4·17 |
| VI. | | Febr. | 14. | — 1·42 | — 5·21 |
| VII. | | März | 26. | — 7·40 | — 4·25 |
| VIII. | 1854 | Febr. | 5. | + 227·25 | — 130·40 |
| IX. | | März | 5. | + 272·32 | — 146·58 |
| X. | | „ | 21. | + 283·54 | — 144·88 |
| XI. | | April | 18. | + 282·37 | — 131·04 |
| XII. | | Mai | 20. | + 240·26 | — 121·10 |

und mittelst dieser fand ich folgende 24 Gleichungen zur Verbesserung der Elemente:

$$+ 1{\cdot}88489\,\delta l_0 - 0{\cdot}34841\,\delta\varpi + 0{\cdot}04348\,\delta\Omega - 0{\cdot}03851\,\delta i - 39'271\,\delta\mu$$
$$+ 0{\cdot}97457\,\delta\varphi - 4{\cdot}87 = 0$$

$$+ 1{\cdot}90904\,\delta l_0 - 0{\cdot}35248\,\delta\varpi + 0{\cdot}04382\,\delta\Omega - 0{\cdot}06313\,\delta i - 48{\cdot}686\,\delta\mu$$
$$+ 0{\cdot}97955\,\delta\varphi + 4{\cdot}15 = 0$$

$$+ 1{\cdot}88036\,\delta l_0 - 0{\cdot}34739\,\delta\varpi + 0{\cdot}04328\,\delta\Omega - 0{\cdot}07518\,\delta i - 52{\cdot}448\,\delta\mu$$
$$+ 0{\cdot}96317\,\delta\varphi + 8{\cdot}51 = 0$$

$$+ 1{\cdot}78328\,\delta l_0 - 0{\cdot}32994\,\delta\varpi + 0{\cdot}04145\,\delta\Omega - 0{\cdot}09194\,\delta i - 54{\cdot}517\,\delta\mu$$
$$+ 0{\cdot}92481\,\delta\varphi + 10{\cdot}88 = 0$$

$$+ 1{\cdot}67139\,\delta l_0 - 0{\cdot}30940\,\delta\varpi + 0{\cdot}03913\,\delta\Omega - 0{\cdot}10301\,\delta i - 51{\cdot}762\,\delta\mu$$
$$+ 0{\cdot}89460\,\delta\varphi + 8{\cdot}14 = 0$$

$$+ 1{\cdot}32316\,\delta l_0 - 0{\cdot}24128\,\delta\varpi + 0{\cdot}03000\,\delta\Omega - 0{\cdot}12266\,\delta i - 23{\cdot}671\,\delta\mu$$
$$+ 0{\cdot}88139\,\delta\varphi - 2{\cdot}05 = 0$$

$$+ 1{\cdot}06086\,\delta l_0 - 0{\cdot}18037\,\delta\varpi + 0{\cdot}01867\,\delta\Omega - 0{\cdot}12921\,\delta i + 23{\cdot}133\,\delta\mu$$
$$+ 0{\cdot}99238\,\delta\varphi - 6{\cdot}76 = 0$$

$$+ 1{\cdot}24668\,\delta l_0 + 0{\cdot}10549\,\delta\varpi - 0{\cdot}03186\,\delta\Omega + 0{\cdot}14306\,\delta i + 564{\cdot}21\,\delta\mu$$
$$+ 2{\cdot}39758\,\delta\varphi + 266{\cdot}42 = 0$$

$$+ 1{\cdot}40689\,\delta l_0 + 0{\cdot}12002\,\delta\varpi - 0{\cdot}03449\,\delta\Omega + 0{\cdot}12990\,\delta i + 626{\cdot}83\,\delta\mu$$
$$+ 2{\cdot}66567\,\delta\varphi + 313{\cdot}83 = 0$$

$$+ 1{\cdot}42277\,\delta l_0 + 0{\cdot}11988\,\delta\varpi - 0{\cdot}03502\,\delta\Omega + 0{\cdot}10844\,\delta i + 623{\cdot}46\,\delta\mu$$
$$+ 2{\cdot}68959\,\delta\varphi + 321{\cdot}09 = 0$$

$$+ 1{\cdot}29461\,\delta l_0 + 0{\cdot}11025\,\delta\varpi - 0{\cdot}03250\,\delta\Omega + 0{\cdot}07139\,\delta i + 554{\cdot}73\,\delta\mu$$
$$+ 2{\cdot}44682\,\delta\varphi + 310{\cdot}07 = 0$$

$$+ 1{\cdot}06477\,\delta l_0 + 0{\cdot}10115\,\delta\varpi - 0{\cdot}02565\,\delta\Omega + 0{\cdot}05553\,\delta i + 464{\cdot}91\,\delta\mu$$
$$+ 1{\cdot}98721\,\delta\varphi + 267{\cdot}09 = 0$$

Digitized by Google

$$+ 0{\cdot}45344\,\delta l_0 - 0{\cdot}08412\,\delta\varpi - 0{\cdot}37514\,\delta\Omega + 0{\cdot}16050\,\delta i - 11{\cdot}955\,\delta\mu + 0{\cdot}22032\,\delta\varphi + 1{\cdot}47 = 0$$
$$+ 0{\cdot}46133\,\delta l_0 - 0{\cdot}08373\,\delta\varpi - 0{\cdot}37474\,\delta\Omega + 0{\cdot}25993\,\delta i - 2{\cdot}366\,\delta\mu + 0{\cdot}28894\,\delta\varphi - 1{\cdot}42 = 0$$
$$+ 0{\cdot}46153\,\delta l_0 - 0{\cdot}08269\,\delta\varpi - 0{\cdot}36788\,\delta\Omega + 0{\cdot}30782\,\delta i + 2{\cdot}325\,\delta\mu + 0{\cdot}32014\,\delta\varphi - 4{\cdot}00 = 0$$
$$+ 0{\cdot}45418\,\delta l_0 - 0{\cdot}07964\,\delta\varpi - 0{\cdot}34861\,\delta\Omega + 0{\cdot}37389\,\delta i + 8{\cdot}686\,\delta\mu + 0{\cdot}35791\,\delta\varphi - 6{\cdot}67 = 0$$
$$+ 0{\cdot}44019\,\delta l_0 - 0{\cdot}07581\,\delta\varpi - 0{\cdot}32713\,\delta\Omega + 0{\cdot}41742\,\delta i + 12{\cdot}705\,\delta\mu + 0{\cdot}37621\,\delta\varphi - 5{\cdot}55 = 0$$
$$+ 0{\cdot}36773\,\delta l_0 - 0{\cdot}05990\,\delta\varpi - 0{\cdot}25540\,\delta\Omega + 0{\cdot}49583\,\delta i + 19{\cdot}152\,\delta\mu + 0{\cdot}37432\,\delta\varphi - 4{\cdot}96 = 0$$
$$+ 0{\cdot}27628\,\delta l_0 - 0{\cdot}04182\,\delta\varpi - 0{\cdot}18900\,\delta\Omega + 0{\cdot}53650\,\delta i + 20{\cdot}958\,\delta\mu + 0{\cdot}32670\,\delta\varphi - 3{\cdot}70 = 0$$
$$- 0{\cdot}16559\,\delta l_0 - 0{\cdot}00004\,\delta\varpi + 0{\cdot}06700\,\delta\Omega + 1{\cdot}29150\,\delta i - 48{\cdot}251\,\delta\mu - 0{\cdot}33872\,\delta\varphi - 28{\cdot}41 = 0$$
$$- 0{\cdot}14371\,\delta l_0 + 0{\cdot}00395\,\delta\varpi + 0{\cdot}10199\,\delta\Omega + 1{\cdot}37605\,\delta i - 32{\cdot}139\,\delta\mu - 0{\cdot}31151\,\delta\varphi - 24{\cdot}73 = 0$$
$$- 0{\cdot}10862\,\delta l_0 + 0{\cdot}00550\,\delta\varpi + 0{\cdot}11869\,\delta\Omega + 1{\cdot}36613\,\delta i - 18{\cdot}161\,\delta\mu - 0{\cdot}24922\,\delta\varphi - 19{\cdot}03 = 0$$
$$- 0{\cdot}05805\,\delta l_0 + 0{\cdot}00350\,\delta\varpi + 0{\cdot}13732\,\delta\Omega + 1{\cdot}24238\,\delta i - 7{\cdot}204\,\delta\mu - 0{\cdot}14393\,\delta\varphi - 8{\cdot}46 = 0$$
$$- 0{\cdot}05127\,\delta l_0 - 0{\cdot}00358\,\delta\varpi + 0{\cdot}14451\,\delta\Omega + 1{\cdot}02537\,\delta i - 19{\cdot}513\,\delta\mu - 0{\cdot}10258\,\delta\varphi - 16{\cdot}48 = 0$$

Durch Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate ergeben sich folgende sechs Gleichungen zur Bestimmung der sechs Unbekannten, wo zur Bequemlichkeit der Auflösung

$$\tfrac{1}{10}\,\delta\Omega = (\delta\Omega)\,,\quad 100\,\delta\mu = (\delta\mu)$$

und

$$\tfrac{1}{10}\,\delta\varpi = (\delta\varpi)$$

angenommen, und die Grösse $\delta\varpi$ als die letzte der Unbekannten eingereiht ist:

$$+ 29{\cdot}2514\,\delta l_0 - 7{\cdot}7681\,(\delta\Omega) + 0{\cdot}03096\,\delta i + 32{\cdot}6068\,(\delta\mu) + 27{\cdot}8026\,\delta\varphi - 30{\cdot}9716\,(\delta\varpi) + 1954{\cdot}78 = 0$$
$$- 7{\cdot}7681\,\delta l_0 + 83{\cdot}0039\,(\delta\Omega) - 0{\cdot}96180\,\delta i - 12{\cdot}6051\,(\delta\mu) - 9{\cdot}8024\,\delta\varphi + 7{\cdot}0258\,(\delta\varpi) - 492{\cdot}32 = 0$$
$$+ 0{\cdot}03096\,\delta l_0 - 0{\cdot}9618\,(\delta\Omega) + 9{\cdot}17780\,\delta i + 1{\cdot}8112\,(\delta\mu) + 0{\cdot}0509\,\delta\varphi + 0{\cdot}7335\,(\delta\varpi) + 14{\cdot}49 = 0$$
$$+ 32{\cdot}6068\,\delta l_0 - 12{\cdot}6051\,(\delta\Omega) + 1{\cdot}8112\,\delta i + 164{\cdot}254\,(\delta\mu) + 68{\cdot}038\,\delta\varphi + 39{\cdot}9433\,(\delta\varpi) + 8443{\cdot}9 = 0$$
$$+ 27{\cdot}8026\,\delta l_0 - 9{\cdot}8024\,(\delta\Omega) + 0{\cdot}0509\,\delta i + 68{\cdot}038\,(\delta\mu) + 37{\cdot}3242\,\delta\varphi - 7{\cdot}9199\,(\delta\varpi) + 3660{\cdot}76 = 0$$
$$- 30{\cdot}9716\,\delta l_0 + 7{\cdot}0258\,(\delta\Omega) + 0{\cdot}7335\,\delta i + 39{\cdot}9433\,(\delta\mu) - 7{\cdot}9199\,\delta\varphi + 76{\cdot}2373\,(\delta\varpi) + 1599{\cdot}05 = 0$$

Digitized by Google

Die Auflösung dieser Gleichungen gibt:

$$\begin{aligned}
\delta l_0 &= - \ 418''44 \\
\delta \Omega &= + \ 6{\cdot}05 \\
\delta i &= + \ 1{\cdot}69 \\
\delta \mu &= + \ 0{\cdot}86056 \\
\delta \varphi &= + \ 6{\cdot}94 \\
\delta \pi &= - \ 2354{\cdot}0
\end{aligned}$$

Diese Correctionen, an Bruhns' erster Bahn angebracht, liefern folgende

**wahrscheinlichste Elemente:**

**1853 Jänner 0, 0$^h$ mittl. Berl. Zeit.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $l_0$ . . | 76° | 59′ | 26″0 | |
| $M$ . . | 18 | 49 | 15·8 | |
| $\pi$ . . | 58 | 10 | 10·2 | Mittl. Äquin. |
| $\Omega$ . . | 66 | 36 | 56·6 | 1853·0 |
| $i$ . . | 13 | 44 | 50·4 | |
| $\varphi$ . . | 5 | 56 | 57·14 | |
| $\mu$ . . | 715″00269 | | | |

Die übrigbleibenden Fehler in obigen 24 Gleichungen sind:

| | in Länge | in Breite |
|---|---|---|
| I. | — 0″2 | — 1″0 |
| II. | + 0·2 | + 0·8 |
| III. | + 1·2 | + 0·1 |
| IV. | + 1·0 | — 0·1 |
| V. | — 1·1 | + 1·0 |
| VI. | — 2·0 | + 0·6 |
| VII. | + 0·6 | — 0·8 |
| VIII. | — 1·3 | — 0·3 |
| IX. | + 0·6 | — 0·8 |
| X. | — 1·2 | — 0·9 |
| XI. | + 4·4 | + 3·3 |
| XII. | — 2·8 | — 1·5 |

Die hier gefundenen Elemente fallen, wie wohl zu erwarten war, sehr nahe mit den im Jännerhefte von mir mitgetheilten zusammen, und eine nach diesen Elementen berechnete Ephemeride müsste demnach fast völlig mit der dort gegebenen übereinstimmen.

Lässt man von den durch die Methode der kleinsten Quadrate erhaltenen sechs Gleichungen die sechste weg, und betrachtet $\delta \pi$

Digitized by Google

als eine willkürlich zu wählende, oder anderweitig her bekannte Grösse, so findet man die fünf übrigen Correctionen wie folgt:

$$\begin{aligned}
\delta l_0 &= -\ 75'97 \quad + 0{\cdot}14547 \quad . \delta\varpi \\
\delta\Omega &= -\ 9{\cdot}69 \quad - 0{\cdot}00669 \quad . \delta\varpi \\
\delta i &= +\ 13{\cdot}53 \quad + 0{\cdot}00503 \quad . \delta\varpi \\
\delta\mu &= -\ 0{\cdot}78617 - 0{\cdot}00069954 . \delta\varpi \\
\delta\varphi &= +\ 101{\cdot}57 \quad + 0{\cdot}04020 \quad . \delta\varpi
\end{aligned}$$

Es versteht sich von selbst, dass hierzu keine neue Auflösung der Gleichungen nothwendig war, sondern dass der vorliegende Zweck dadurch erreicht wurde, dass bei der vorhergehenden Auflösung $\delta\varpi$ als letzte der Unbekannten betrachtet wurde. Hiermit ergeben sich die verbesserten Elemente, wie folgt:

1853 Jänner 0, $0^h$ Berlin.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $l_0$ . . | 77° | 5′ | 8″4 | + 0·14547 | . $\delta\varpi$ | |
| $M$ . . | 18 | 15 | 44·2 | — 0·85453 | . $\delta\varpi$ | |
| $\varpi$ . . | 58 | 49 | 24·2 | + 1·00000 | . $\delta\varpi$ | Mittl. Äquin. |
| $\Omega$ . . | 66 | 36 | 40·8 | — 0·00669 | . $\delta\varpi$ | 1853·0 |
| $i$ . . | 13 | 45 | 2·2 | + 0·00503 | . $\delta\varpi$ | |
| $\varphi$ . . | 5 | 58 | 31·77 | + 0·04020 | . $\delta\varpi$ | |
| $\mu$ . . | 713″35596 | | | — 0·00069954 | . $\delta\varpi$ | |

und in den 24 Gleichungen der Normalorte bleiben nachstehende Fehler als Functionen von $\delta\varpi$ zurück:

| | in Länge | in Breite |
|---|---|---|
| I. | — 19″2 — 0·0804 $\delta\varpi$ | + 4″6 + 0·0237 $\delta\varpi$ |
| II. | — 4·4 — 0·0195 | + 1·9 + 0·0045 |
| III. | + 3·3 + 0·0088 | — 0·7 — 0·0031 |
| IV. | + 10·5 + 0·0405 | — 3·2 — 0·0106 |
| V. | + 11·0 + 0·0513 | — 2·0 — 0·0126 |
| VI. | + 3·6 + 0·0237 | — 0·8 — 0·0056 |
| VII. | — 6·7 — 0·0311 | + 1·1 + 0·0079 |
| VIII. | — 26·1 — 0·1052 | + 4·5 + 0·0205 |
| IX. | — 13·0 — 0·0578 | — 2·6 — 0·0075 |
| X. | — 2·2 — 0·0039 | — 4·5 — 0·0153 |
| XI. | + 25·6 + 0·0903 | + 2·5 — 0·0036 |
| XII. | + 23·5 + 0·1115 | + 4·8 + 0·0267 |

Würde man hier $\delta\varpi$ so wählen, dass die Summe der Quadrate dieser Fehler ein Minimum wird, so müsste man nothwendig auf die obige wahrscheinlichste Bahn zurückkommen. Setzt man $\delta\varpi = 0$, wie Bruhns bei der Verbesserung seiner Bahn angenommen hat, so

Digitized by Google

fallen die letzten Elemente nahe mit seinen verbesserten Elementen zusammen, indem die kleinen Unterschiede, nämlich

| | |
|---|---|
| in $M$ | $+ 10''0$ |
| „ $\Omega$ | $+ 16 \cdot 2$ |
| „ $i$ | $- 0 \cdot 6$ |
| „ $\varphi$ | $- 6 \cdot 6$ |
| „ $\mu$ | $+ 0 \cdot 0224$ |

aus dem Umstande zu erklären sind, dass bei mir andere Beobachtungen zu Grunde liegen. Allein das vorstehende Fehler-Tableau zeigt, dass die Voraussetzung $\delta\varpi = 0$ nicht wohl gemacht werden darf, und dass die gute Übereinstimmung des vierten Bruhns'schen Normalortes nur eine zufällige ist. Dieser Ort fällt nämlich zwischen meine beiden Normalorte IX und X, wo sowohl die Abweichung in Länge als die in Breite eine minder beträchtliche ist. Das Fehler-Tableau deutet offenbar auf einen bedeutenden negativen Werth von $\delta\varpi$ hin, wenn die Beobachtungen in Übereinstimmung gebracht werden sollen.

Unerwartet gross ist auch der Einfluss, den $\delta\varpi$ auf einige Elemente, namentlich auf das besonders wichtige $\mu$ ausübt. Der wahrscheinlichste Werth für $\mu$ wurde oben gefunden

$$\mu = 715''00269;$$

für $\delta\varpi = 0$ dagegen wird

$$\mu = 713''35596,$$

also um $1''65$ kleiner, ein Umstand, der wohl einen grossen Theil der Abweichung der Bruhns'schen Ephemeride von meiner erklären dürfte.

Die im Nautical almanac für 1858 enthaltenen Elemente konnte ich nicht näher untersuchen, da mir ihre Ableitung und die zu Grunde liegenden Beobachtungen nicht bekannt sind.

Digitized by Google

# *Physiologische Studien.*

Von **Dr. Johann Czermak** in Prag.

(Mit V Tafeln.)

## ZWEITE ABTHEILUNG [1]).

(Vorgelegt in der Sitzung vom 18. Jänner 1855.)

## I.

### Zusätze zu der ersten Abtheilung dieser Studien.

Zusatz zu §. 1.

### Über die Accommodationslinien.

*a)* Da nach Ad. Fick's und Anderer Untersuchungen [2]) der optische Apparat des Auges die in der verticalen und horizontalen Ebene verlaufenden Strahlen niemals gleichzeitig auf der Retina zur Vereinigung bringt oder, anders ausgedrückt, da der Accommodationspunkt für die verticale Ebene in einer andern Entfernung vom Auge liegt, als der für die horizontale; so muss man offenbar für jeden einzelnen Accommodationszustand verschiedene Accommodationslinien erhalten, je nachdem man die Strahlenbrechung in der horizontalen, in der verticalen oder in einer geneigten Ebene betrachtet.

Wollte man alle diese Verhältnisse in Einer Accommodationslinie ausdrücken; so müsste man derselben eine körperliche, nach den drei Dimensionen des Raumes ausgedehnte Gestalt geben, indem man die Ebene, in welcher die flächenförmige Accommodationslinie verzeichnet ist, um die Sehaxe ein Mal in Gedanken rotiren liesse.

Wenn die brechende Kraft des optischen Apparates in allen Richtungen genau dieselbe wäre oder wenn die Unregelmässigkeiten der brechenden Kraft keine wahrnehmbaren Unterschiede der Vereinigungsweiten setzen könnten, so würde die körperliche Accommodationslinie die Gestalt zweier dünnen Kegel erhalten, deren

---

[1]) Die erste Abtheilung findet sich im XII. Bande, Seite 322 der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe, 1854.

[2]) Zeitschrift für rationelle Medicin. Neue Folge, II, S. 83. — Vergleiche auch Sturm: Über die Theorie des Sehens. Poggendorff's Annalen, Band LXV, S. 116 und Fechner's Centralblatt für Nat. und Anthropologie. Nr. 5, S. 73, Jahrg. 1853.

Digitized by Google

Basen und Querschnitte kreisförmig und deren Spitzen durch eine Linie (Accommodationslinie i. e. S.) verbunden wären und von denen der Kegel, dessen Basis auf der Cornea steht, einen stumpferen Scheitelwinkel besässe, als jener dessen Basis vom Auge abgewendet ist.

Wenn hingegen die brechende Kraft unseres optischen Apparates, wie es nach A. Fick wirklich der Fall ist, in der verticalen Ebene eine andere wäre, als in der horizontalen und wenn diese beiden Extreme allmählich in einander übergingen, dann würden die beiden Kegel der körperlichen Accommodationslinie elliptische Basen und Querschnitte bekommen, deren Durchmesser sich für jeden einzelnen Accommodationszustand und innerhalb einer und derselben Accommodationslinie in bestimmten Verhältnissen gesetzmässig ändern müssten.

Eine solche körperliche Accommodationslinie wäre der vollständige Ausdruck der einem bestimmten Accommodationszustand entsprechenden, bei demselben Grade der Aufmerksamkeit, durch die Schärfe der Retina einerseits (physiologisch), anderseits durch den optischen Apparat (physicalisch) bedingten Verhältnisse der Deutlichkeit, mit welcher leuchtende in einer unendlichen Reihe hintereinander liegende Punkte wahrgenommen werden können.

*b)* Die Lehre von den Accommodationslinien, welche ich in §. 1 der ersten Abtheilung nur in den allgemeinsten Grundlinien skizzirt, und deren weitere Ausführung in Bezug auf die von A. Fick erkannten Eigenschaften des optischen Apparates ich durch den eben mitgetheilten Zusatz angedeutet habe, muss auch noch in Beziehung auf das indirecte Sehen ausgeführt werden, da bisher hiervon nicht ausdrücklich die Rede gewesen ist.

Es ist bekannt, dass die Feinheit des Raumsinnes der Retina von dem Axenpunkte an nach der Peripherie hin in überaus rascher Progression abnimmt. Diese Abnahme der Feinheit des Raumsinnes ist nun so bedeutend, dass die Zerstreuungskreise, welche in Folge unpassender oder unvollkommener Accommodation auftreten, nur für die um den Axenpunkt gelegene etwa $^1/_2$ Par. Lin. im Durchmesser haltende Fläche[1]) der Retina leicht wahrnehmbar und merklich störend sein können, während dieselben für den stumpferen periphe-

[1]) Vergl. E. H. Weber: „Über den Raumsinn," in den Berichten über die Verhandlung. der kön. sächs. Gesellschaft der Wissensch. zu Leipzig. II, 1853, S. 136.

Digitized by Google

rischen Theil der Retina immer bedeutungsloser werden und endlich so gut wie gar nicht vorhanden sind.

Von der Richtigkeit des Gesagten kann man sich leicht überzeugen, wenn man ein passendes Object indirect, d. h. vermittelst eines mehr oder weniger weit von dem Axenpunkte entfernten Theiles der Retina fixirt und dabei den optischen Apparat des Auges für die verschiedensten Entfernungen einrichtet.

Man findet dann von den Veränderungen, welche die verschiedenen Accommodationszustände (die selbstverständlich nicht ohne Einfluss auf die optische Schärfe und Reinheit des Netzhautbildchens bleiben können) hinsichtlich der Deutlichkeit der Wahrnehmung des indirect gesehenen Objectes hervorbringen sollten, um so geringere Spuren, je näher die afficirte Netzhautstelle an der *Ora serrata* liegt.

Wenn kein Undeutlicherwerden des Details und der Umrisse des indirect gesehenen Gegenstandes mehr bei unpassender Accommodation auftritt, dann nehme ich meistens noch ein Blässerwerden der fixirten Objecte wahr und erkläre mir dasselbe hauptsächlich aus der geringeren Intensität zerstreuter Bilder. Beiläufig sei bemerkt, dass wir hier in der Retina die Fähigkeit geringe Licht-Intensitätsunterschiede wahrzunehmen mit einer sehr geringen Feinheit des Raumsinnes gepaart antreffen. Die Haut der Augenlider und der Wangen bietet hierzu ein Analogon in der Sphäre des Tastsinnes, indem dieselbe nach Weber's Untersuchungen einen relativ feineren Temperatur- als Raumsinn besitzt. Über die Beschaffenheit der Accommodationslinien für das indirecte Sehen mögen folgende Andeutungen, welche sich aus den berührten Prämissen ergeben, genügen.

Mit der Abnahme der Feinheit des Raumsinnes, welche bedeutender und rascher in horizontaler als in verticaler Richtung stattfinden soll[1]), wächst die Länge und die Breite der Accommodationslinie i. e. S. [wir haben hier die in einer Ebene verzeichnete Linie im Sinne, welche beiläufig bemerkt niemals, auch nicht für das directe Sehen, eine mathematische Linie ist], bis es endlich keinen Unterschied mehr zwischen einer Accommodationslinie i. e. S.

---

[1]) Vergl. G. Meissner's wichtige „Beiträge zur Physiologie des Sehorgans". Leipzig 1854, S. 58.

Digitized by Google

und i. w. S. gibt. Ferner müssen die elliptischen Basen und Querschnitte der körperlichen Accommodationslinien allmählich in Kreise sich verwandeln und die beiden Kegel zu Einem Cylinder verschmelzen, indem die Verschiedenheit der Vereinigungsweiten der in der verticalen und in der horizontalen Ebene befindlichen Strahlen eben so wenig indirect wahrnehmbare Zerstreuungskreise zu setzen im Stande ist, als der Unterschied der Vereinigungsweiten von Strahlen leuchtender Punkte, die diesseits und jenseits des Accommodationspunktes liegen. Für das indirecte Sehen wird die Dringlichkeit der Accommodations-Veränderungen behufs des möglichst deutlichen Sehens und die Nothwendigkeit der Existenz eines sogenannten Accommodations-Vermögens, wie die Accommodationslinien beweisen, immer geringer und endlich gleich Null. Ich habe schon in meiner ersten Mittheilung über die Accommodationslinien (Verhandlung der Würzburger med.-physic. Gesch., Band I, p. 184) darauf hingewiesen, dass sich die Nothwendigkeit des Accommodations-Vermögens gar nicht einsehen und beweisen lässt, wenn man nicht neben den rein optischen Betrachtungen, auch der Schärfe der räumlichen Wahrnehmung auf der Retina Rechnung trägt. Die Betrachtung der Accommodationslinien für das indirecte Sehen liefert nun den schlagenden Beleg für die Richtigkeit dieser meiner Behauptung.

Zusatz zu §. 2.

Über die Wirkung punktförmiger Diaphragmen auf das Sehen.

*a)* Ich habe daselbst die Beobachtung mitgetheilt, dass, wenn man durch ein feines Löchelchen entfernte Gegenstände fixirt und dabei für die Nähe accommodirt, dieselben auffallend kleiner werden und zugleich in der Dimension der Tiefe deutlich zurückweichen; dann aber wieder grösser werdend hervortreten, wenn man für die Ferne accommodirt.

Die Bedingungen des Kleinerwerdens der entfernten Gegenstände durch die Accommodation für die Nähe glaube ich in §. 2 der I. Abtheilung erschöpfend erörtert zu haben und weiss daher in dieser Beziehung nichts hinzuzufügen. Wenn ich trotzdem auf die mitgetheilte Beobachtung zurückkomme, so geschieht dies um durch die allseitige Erörterung der Bedingungen des Versuches jenes Moment aufzufinden, welches den Verstand bestimmt, die stätige Verkleinerung der Bilder, welche sowohl durch allmähliches sich Verkleinern

Digitized by Google

der Objecte, als durch allmähliches Entfernen derselben in der Dimension der Tiefe, hervorgebracht sein könnte, gerade nur in der letzteren Weise auszudeuten und anzuschauen. In der Vergrösserung und Verkleinerung des Gesichtswinkels, unter welchem die Objecte erscheinen, kann man offenbar die Erklärung dieser Thatsache nicht finden, denn man begriffe dann nicht, warum gerade die zweite und nicht vielmehr die erste Möglichkeit der Auffassung Wirklichkeit wird. Die Veränderung der Grösse des Gesichtswinkels bedingt an und für sich keine scheinbare Verrückung der gesehenen Objecte in der Dimension der Tiefe. Erst wenn gewisse andere Momente hinzukommen oder wegfallen, erhält die Veränderung des Gesichtswinkels in der Anschauung eine bestimmte Deutung und bestimmten Werth. Unser Urtheil über die Entfernung eines Gegenstandes in der Dimension der Tiefe, wird bekanntlich wesentlich durch den Convergenzwinkel der Sehaxen und durch den Zustand des Accommodationsapparates, ferner in zweiter Linie auch durch die relative Lichtstärke und „vielleicht" durch die verschiedene Grösse der Zerstreuungskreise, unter welchem die Gegenstände erscheinen, bestimmt[1]).

Was die Art angeht in welcher diese Momente unser Urtheil bestimmen, so gilt, unter übrigens gleichen Umständen Folgendes.

Ad. 1. Je stärker die Augenaxen convergiren müssen um auf einem Gegenstande einzuschneiden, desto näher erscheint uns derselbe und umgekehrt.

Ad. 2. Die Gegenstände erscheinen uns um so näher, je grösser die Anstrengungen sind welche die Muskeln des Einrichtungsapparates machen müssen, um das Auge für divergirende Strahlen, d. h. für die Nähe zu accommodiren und das Bild deutlich zu entwerfen, und vice versa. Ich erinnere hier namentlich an die scheinbare Entfernung oder Näherung eines auf der Retina vorhandenen Blendungsbildes, je nachdem das Auge für die Ferne oder die Nähe accommodirt wird.

Ad. 3. Nach Ludwig gewinnt die Lichtstärke nur „jenseits „der deutlichen Seheweite und in Abständen, in welchen die Gegen„stände mit fast parallelen Strahlen aufgefasst werden, Einfluss „auf die Schätzung der Entfernung, keinesfalls aber innerhalb der

[1]) Vergl. Ludwig: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1853, Bd. I, S. 253.



Digitized by Google

„deutlichen Seheweite“. Dies scheint mir jedoch unrichtig zu sein, indem es dann unbegreiflich wäre, auf welche Art Maler auf der Leinwandfläche durch Vertheilung von Licht und Schatten plastisch hervortretende Relieffiguren zu Stande bringen könnten u. s. w. Übrigens hat Cramer einige Versuche angegeben, welche Ludwig's Behauptung widerlegen, indem sie beweisen, dass auch innerhalb der deutlichen Seheweite lichtstärkere Gegenstände näher, lichtschwächere entfernter zu stehen scheinen. Cramer[1]) fand nämlich, dass die Projection einer stereometrischen Figur, welche man nach Necker's Bemerkung in doppelter Weise auffassen kann[2]) sich in einer bestimmten Weise der Vorstellung aufdringt, wenn der Theil der Figur, welcher hervortreten soll lichtstärker gezeichnet ist als der Theil, welcher zurücktreten soll

„Meer in het oogvallend, sagt Cramer[3]), dat het meest lichtsterke zich als het naastbij zijnde aan ons voordoet, zien wij dit nog aan het volgen Fig. 5, *a*, *b* (vergl. Fig. 5), zij een korte glazen cilinder. Men kan nu bij deze figuur naar willekeur de opening *a* als de voorste en *b* als de achterste beschouwen, of ook wel omgekeerd *b* als de voorste opening — waar men inziet — aanmerken, en *a* als de achterste — waardoor men weêz uitziet.

Zoodra echter de cirkels ongelijk van lichtsterkte zijn, zoo als bij Fig. 6 en 7 (vergl. Fig. 6 und 7), dringt zich de lichte cirkel in onze voorstelling onwillekeurig als de voorste opening van den cilinder aan ons op, men kan bij Fig. 6 alleen tot de opening a in-en door de opening *b* uitzien, terwijl juist het omgekeerde met Fig 7 plaats heeft.“

So richtig im Ganzen Cramer's interessante Beobachtung ist, so geht derselbe doch entschieden zu weit, wenn er glaubt, dass man in Fig. 6 nur durch die Öffnung *a* hinein, durch die Öffnung *b* hinausschauen kann. Mir gelingt es wenigstens stets, nach Willkür in Fig. 6 die Stellung des Glascylinders auch so aufzufassen, dass ich durch die Öffnung *b* hinein, durch die Öffnung *a* hinauszuschauen meine, obschon sich allerdings eine grössere Anstrengung dabei

---

[1]) Cramer: Bijdrage tot de Verklaring der zoogenaamde Irradiatie-Verschynselen. Nederl. Lancet, 1854; 3. Serie, 3. Jaarg.

[2]) Eigentlich kann man sie in 3facher Weise: 1. als ebene Zeichnung, und dann noch in doppelter Weise als körperliche Figur auffassen.

[3]) a. a. O. pag. 17.

Digitized by Google

fühlbar macht, als bei Betrachtung der Fig. 5. Diese Anstrengung rührt offenbar daher, dass der lichtschwächere Cirkel als der nähere, der lichtstärkere aber, als der entferntere aufgefasst werden soll. Denn beschaut man Fig. 6 und 7 ganz unbefangen, so wird sich einem die von Cramer angegebene Auffassung immer von selbst aufdringen, woraus eben der Einfluss der relativen Lichtstärke auf die Schätzung der Entfernung auch innerhalb der deutlichen Sehweite ersichtlich wird; und dieser Einfluss muss im Falle, dass der lichtschwächere Cirkel als der nähere aufgefasst werden soll, überwunden werden.

Schliesslich bemerke ich noch beiläufig, dass man Fig. 5 am leichtesten als ebene Zeichnung auffasst, indem bei jeder der beiden anderen Auffassungen der eine der Kreise als der vordere, der andere als der hintere betrachtet werden soll, obschon der erstere eben so lichtstark ist, als der letztere.

Ad 4. Was die Grösse der Zerstreuungskreise, als bestimmendes Moment für die Auffassung der Dimension der Tiefe anbelangt, so fand ich bei Ludwig a. a. O. keine hinreichend bestimmten und detaillirten Angaben.

Ich sah mich genöthigt den Gegenstand selbst genauer zu verfolgen. Es wird sich zeigen, dass es gerade dieses Moment ist, welches in unserem Falle besonders thätig und wirksam auftritt. Das Wachsen und Abnehmen der Zerstreuungskreise bringt, nach meinen Beobachtungen hinsichtlich der Beurtheilung der Entfernung des betreffenden Gegenstandes, entgegengesetzte Wirkungen hervor, je nachdem der Gegenstand diesseits oder jenseits des Accommodationspunktes liegt.

Betrachte ich monocular eine wohlpolirte Nadel in beliebiger Entfernung und accommodire mein Auge für die Nähe, so dass der Accommodationspunkt näher an das Auge rückt und die Nadel immer weiter jenseits desselben zu stehen kommt, so scheint die Nadel in dem Maasse als sie in Zerstreuungskreise zerfährt, in der Dimension der Tiefe zurückzuweichen. Die Nadel scheint jedoch in dem Maasse wieder hervorzutreten, als ihre Umrisse sich aus dem schwindenden Nebel der Zerstreuungskreise durch die entgegengesetzte Accommodationsthätigkeit wieder schärfer herausheben.

Hält man die Nadel näher ans Auge und accommodirt für die Ferne, wobei die Nadel diesseits des Accommodationspunktes zu



Digitized by Google

liegen kommt, so findet mit dem Wachsthum der Zerstreuungskreise kein Zurückweichen des zerstreuten Bildes vom Auge, sondern im Gegentheil eine scheinbare Näherung desselben zum Auge Statt, während mit der Abnahme der Zerstreuungskreise die Nadel statt wie früher hervorzutreten, auf ihren alten Platz zurückrückt.

Nach dem Gesagten halte ich mich für berechtigt, folgenden Satz auszusprechen: Ein diesseits des Accommodationspunktes befindlicher Gegenstand wird um so näher, ein jenseits des Accommodatationspunktes befindlicher um so entfernter erscheinen, je grösser die Zerstreuungskreise sind, welche an ihm wahrgenommen werden.

Wir haben nun zu untersuchen, welche besondere Combination der erörterten vier, unser Urtheil bestimmenden Elemente in dem oben angeführten Versuche wirksam sind.

Die durch ein Löchelchen betrachteten entfernten Gegenstände scheinen in der Dimension der Tiefe zurückzuweichen, während:

1. der Convergenzwinkel der Augenaxen grösser wird, indem sich das geschlossene Auge bei der Accommodation für die Nähe nach einwärts dreht;
2. der optische Apparat für die Nähe eingerichtet wird;
3. die sich verkleinernden Bildchen lichtschwächer, und
4. zugleich, durch die Vergrösserung der Zerstreuungskreise, undeutlicher werden.

Kehren sich die aufgezählten Bedingungen um, so folgt unabänderlich die entgegengesetzte Auffassung der Verhältnisse — die sich vergrössernden Gegenstände scheinen an den Beobachter näher heranzutreten.

Sehen wir nun zu, in welcher Art die einzelnen Elemente, welche unser Urtheil über die Dimension der Tiefe bestimmen, thätig sind, so werden wir zunächst die Vergrösserung des Convergenzwinkels, welche ohnedies ein Nähertreten und nicht ein Zurückweichen der Gegenstände zur Folge haben müsste, in unserem Falle als bedeutungslos und unwirksam erklären müssen, da nur mit Einem Auge gesehen wird.

Die Accommodation für die Nähe, welche caeteris paribus eine Verkleinerung und Näherung des gesehenen Gegenstandes bedingt, wirkt in der einen Richtung, hinsichtlich der Verkleinerung

Digitized by Google

der Objecte, welche factisch eintritt (vergl. I. Abtheilung, §. 2), ungehindert, wird aber in der andern Richtung ihres bestimmenden Einflusses — hinsichtlich der scheinbaren Näherung des Objectes, welche hier gerade in das Gegentheil umschlägt, durch andere gleich anzugebende Momente überwogen und vollständig gebunden.

Diese anderen entgegengesetzt wirkenden Momente, welche uns bestimmen, die sich verkleinernden Gegenstände zugleich als zurückweichend aufzufassen, sind die Abnahme der Lichtstärke und die Zunahme, d. h. Vergrösserung der Zerstreuungskreise, welche letztere, da sie hier, bei jenseits des Accommodationspunktes gelegenen Objecten (vergl. oben ad 4) auftritt, ein scheinbares Zurückweichen derselben bedingt.

Da beim Accommodiren des Auges für die Ferne alle erörterten Umstände sich umkehren, so hat es keine Schwierigkeit einzusehen, dass auch unser Urtheil über die Richtung der scheinbaren Bewegung in der Dimension der Tiefe in entgegengesetzter Weise ausfällt.

Dass die erörterte Erscheinung wirklich durch die angegebenen Momente bedingt wird, und nicht etwa eine nur durch die schnelle Veränderung des Gesichtswinkels, unter welchen die Objecte erscheinen, gesetzte Täuschung ist — obschon ich die Möglichkeit einer solchen Täuschung nicht absolut leugnen will, — ersieht man leicht daraus, dass kaum eine Spur des scheinbaren Vor- und Zurücktretens bemerkt wird, wenn man den Versuch so einrichtet, dass alle jene Momente, welche nach unserer Meinung die Erscheinung bedingen, wegbleiben.

α. Ich zeichnete auf eine sogenannte Stampfer'sche Wunderscheibe eine Reihe von Kreisen, deren Durchmesser nach der einen Seite immer kleiner und kleiner genommen wurden, bis die Reihe endlich mit einem Punkte schloss. Betrachtete ich nun diese Zeichnung durch die mit Spalten versehene Durchsichtsscheibe, so erschienen mir, je nachdem ich nach rechts oder nach links drehte, Kreise die zu Punkten zusammenschrumpften oder Punkte, die sich zu Kreisen ausdehnten — ich konnte jedoch nichts von einem Hervor- oder Zurücktreten der Kreise und Punkte bemerken.

β. Betrachtet man einen verticalen nach unten an Dicke zunehmenden Strich durch ein feines Löchelchen, indem man denselben in gleichbleibender Entfernung senkrecht auf- und abschiebt, so dass das von dem Strich gesehene Stück stätig an Grösse ab-und zunimmt

Digitized by Google

so müsste, wenn die Vergrösserung und Verkleinerung des Gesichtswinkels, unter welchem die Objecte erscheinen, das Vor- und Zurücktreten in die Dimension der Tiefe wesentlich bedingte, der Strich sich zu nähern und zu entfernen scheinen. Dies habe ich jedoch nicht beobachten können, sondern der Strich schien mir einfach dicker und dünner zu werden ohne seine scheinbare Entfernung zu ändern.

*b)* Bei dem Versuche, wo man einen nahe an das Auge gehaltenen Gegenstand durch das feine Löchelchen im Kartenblatte bedeutend vergrössert sieht, wenn das Auge für eine grössere Entfernung accommodirt ist, habe ich bei willkürlicher Veränderung des Accommodationszustandes nur Spuren einer solchen Bewegung der Gegenstände in der Dimension der Tiefe und eines solchen Grössenwechsels derselben wahrnehmen können.

Dies kann nicht Wunder nehmen, da unter den obwaltenden Bedingungen die Veränderung des Accommodationszustandes factisch weder eine merkliche Vergrösserung und Verkleinerung der Bilder, noch einen auffallenden Wechsel der Lichtstärke, noch auch eine hinreichende Zu- und Abnahme der Zerstreuungskreise setzt.

Überdies wirkt das Moment der relativen Lichtstärke, welches im vorigen Falle (vgl. oben unter *a*) gleichsinnig mit dem Momente des Wachsthumes der Zerstreuungskreise wirkte, hier demselben entgegen.

Unter den obwaltenden Verhältnissen werden nämlich, wenn man überhaupt Spuren einer Veränderung merkt, beim Accommodiren für die Nähe die sich verkleinernden Bilder lichtstärker und optisch deutlicher, beim Accommodiren für die Ferne hingegen lichtschwächer und optisch undeutlicher.

Da die gesehenen Gegenstände im vorliegenden Falle diesseits des Accommodationspunktes gelegen sind, so ist mit der Verkleinerung der Zerstreuungskreise ein Zurückweichen, mit der Vergrösserung derselben ein Nähertreten, wie man Spuren davon wirklich bei angestrengten Accommodationsbewegungen beobachten kann, verknüpft; während die Verhältnisse der Lichtstärke, welche im ersten Falle zu- im zweiten Falle abnimmt, gerade die entgegengesetzte Beurtheilung der Bewegung der Gegenstände in der Dimension der Tiefe verlangen. Die entgegengesetzten Wirkungen dieser beiden Momente heben sich in der Art

Digitized by Google

auf, dass das erstere mit einem geringen Überschusse die Oberhand behält und das Urtheil ganz allein bestimmt. Dieser Überschuss wird jedoch noch etwas abgeschwächt, indem ein Theil desselben den Einfluss der Accomodationsthätigkeit, die gerade so wie im vorigen Falle (sub *a*) in entgegengesetztem Sinne wirkt, bindet und unschädlich macht. Da zu den an und für sich unbedeutenden Veränderungen noch solche Hemmungen hinzukommen, so ist es wohl begreiflich, warum die scheinbare Entfernung und Näherung der Gegenstände in dem eben besprochenen Falle weit unbedeutender ausfallen muss, als in dem sub *a* erörterten Falle; dort hat man es mit fernen, hier mit sehr nahen Gegenständen zu thun.

*c)* Eine wesentliche Bestätigung erhält der von mir sub *a* ad 4 aufgestellte Satz über die Art, in welcher der Grössenwechsel der Zerstreuungskreise unser Urtheil über die Entfernung eines diesseits oder jenseits des Accommodationspunktes gelegenen Gegenstandes bestimmt, durch die folgenden Versuche und Betrachtungen.

Ich habe schon in dem §. 2 der I. Abtheilung angegeben, dass man bei den Versuchen mit punktförmigen Diaphragmen unter übrigens gleichen Umständen aus rein optischen Gründen eine um so bedeutendere Vergrösserung oder Verkleinerung der betrachteten Gegenstände erzielt, je mehr man die punktförmige Öffnung des Kartenblattes dem Durchkreuzungspunkte der Strahlen *bd* und *ac* nähert (vgl. Fig. 3, 4 und 5 der I. Abtheilung). Die bedeutendste Vergrösserung oder Verkleinerung erzielt man natürlich, wenn man die punktförmige Öffnung mit diesem Durchkreuzungspunkte zusammenfallen lässt. Von der Beugung der Lichtstrahlen am Rande der Öffnung sehe ich hier vorläufig ganz ab. Wenn man einen Gegenstand nahe vor das Auge bringt, während das Auge für die Ferne accommodirt ist, so dass derselbe diesseits des Accommodationspunktes zu liegen kommt, und dann zwischen Gegenstand und Auge ein durchlöchertes Kartenblatt bringt, so sieht man den Gegenstand, wie bereits erörtert wurde [1]), mehr oder weniger stark vergrössert. Schiebt man nun das durchlöcherte Kartenblatt zwischen dem Auge und dem Gegenstande gleichsam auf der Sehaxe, welche durch das Löchelchen geht, hin und her, so bemerkt man, dass die Vergrösserung merklich zunimmt, wenn das Kartenblatt vom Auge entfernt wird, dass sie hingegen

[1]) Vergl. §. 2, I. Abtheilung.

Digitized by Google

abnimmt, wenn das Kartenblatt dem Auge genähert wird. Dabei habe ich ferner den bemerkenswerthen Umstand beobachtet, dass der Gegenstand in sehr auffallender Weise in Bewegung zu gerathen und zwar während seiner Vergrösserung zugleich gegen die Öffnung des Kartenblattes heranzutreten, während seiner Verkleinerung hingegen von derselben zurückzuweichen scheint.

Durch das Hin- und Herschieben des punktförmigen Diaphragmas bringen wir also bei unverändertem Accommodationszustande genau dieselbe Erscheinung der scheinbaren Näherung und Entfernung der Gegenstände hervor, wie sie bei feststehendem Diaphragma durch Veränderung des Accommodationszustandes mit Nothwendigkeit eintritt. Könnten wir für beide Fälle das Vorhandensein der gleichen, unser Urtheil bestimmenden wesentlichen Umstände nachweisen, so würde unser Vertrauen zu der Richtigkeit der ganzen hier mitgetheilten Betrachtungen nicht unbeträchtlich wachsen. Diesen Nachweis nun können wir in der That liefern.

Vergegenwärtigen wir uns zuerst, dass die Näherung des Diaphragma's an das Auge die gleiche Folge hat, wie das Accommodiren des Auges für die Nähe — nämlich das scheinbare Zurückweichen des Gegenstandes; und dass die Entfernung des Diaphragma's vom Auge die gleiche Folge hat, wie das Accommodiren für die Ferne — nämlich die Näherung des Gegenstandes.

Untersuchen wir nun sofort die Umstände, welche durch das Verschieben des Kartenblattes gesetzt werden, ob es wesentlich dieselben sind, welche unser Urtheil bei der Veränderung des Accommodationszustandes bestimmen. Durch das Entfernen des Kartenblattes vom Auge wird das sich vergrössernde Bild des Gegenstandes zu gleicher Zeit lichtschwächer und undeutlicher, d. h. die Zerstreuungskreise nehmen an Grösse zu. Zufolge der Abnahme der Lichtstärke sollte uns zwar der Gegenstand zurückzuweichen scheinen; die Vergrösserung der Zerstreuungskreise bei einem diesseits des Accommodationspunktes gelegenen Gegenstande bestimmt uns aber zur entgegengesetzten Auffassung, und da dieses letztere Moment hier das bedeutendere ist, so überwindet es das erstere und wir beurtheilen die scheinbare Bewegung des Gegenstandes in seinem Sinne — als Näherung.

Digitized by Google

Schieben wir das Kartenblatt zurück, wodurch es dem Auge genähert wird, so treten die entgegengesetzten Veränderungen an dem sich etwas verkleinernden Bilde ein — es wird lichtstärker und deutlicher, d. h. seine Zerstreuungskreise nehmen an Grösse ab — und die scheinbare Bewegung muss in ihr Gegentheil umschlagen, der Gegenstand scheint zurückzuweichen.

Aus welchem Grunde und in welcher Art das Verschieben des Diaphragma's im ersten Falle eine Vergrösserung, im zweiten eine Verkleinerung der Zerstreuungskreise setzt, ersieht man leicht durch die genauere Betrachtung von Fig. 1 und 2. Dass mit der Vergrösserung der Zerstreuungskreise eine Verminderung der Lichtstärke gesetzt wird, lehrt der Augenschein — und versteht sich wohl auch von selbst.

Vergleichen wir jetzt die unser Urtheil über die Dimension der Tiefe bestimmenden Umstände, welche einerseits die Veränderung des Accomodationszustandes bei feststehendem Diaphragma, andererseits die Verschiebung des Diaphragma's bei feststehender Accomodation zur Folge hat, so werden wir finden, das diese Umstände für beide Fälle wesentlich dieselben sind, mit dem einzigen Unterschiede, dass bei der Verschiebung des Diaphragma's der schädliche Einfluss, welchen die willkürliche Veränderung des Accommodationszustandes ausübt (vgl. oben sub *b*) wegfällt, wodurch es sich denn, abgesehen von der verschiedenen Grösse der hier und dort gesetzten Veränderungen, auch zum Theil erklärt, warum die scheinbare Entfernung und Näherung des Gegenstandes bei Verschiebung des Diaphragma's ungleich auffallender und beträchtlicher ist, als bei willkürlicher Veränderung des Accommodationszustandes.

*d)* Liegt der Gegenstand, wie in dem sub *a* betrachteten Falle, weit jenseits des Accommodationspunktes, so sieht man von der Verschiebung des Diaphragma's gar keinen Erfolg, während, wie bereits sub *a* erörtert wurde, die Veränderung des Accommodationszustandes eine sehr auffallende scheinbare Bewegung der Gegenstände bedingt. Dass die Verschiebung des Diaphragma's hier keine Wirkung hervorbringt, scheint mir wesentlich darin zu liegen, dass die von fernen Gegenständen kommenden Strahlen zu wenig divergiren, als dass durch den verschiedenen Standpunkt des Diaphragma's eine wahrnehmbare Vergrösserung oder Verkleinerung der Zerstreuungskreise, wie wir eine solche für mehr divergirend

Digitized by Google

auffallende Strahlen in Fig. 1 und 2 nachgewiesen haben, bedingt werden könnte. — Das Ausbleiben der Erscheinung unter diesen Umständen liefert uns zugleich einen weiteren Beweis, dass die scheinbare Bewegung der Objecte in der Dimension der Tiefe wesentlich von den angegebenen Momenten und nicht etwa lediglich von dem Grössenwechsel der Gesichtswinkel, unter welchen das Object und das Löchelchen des Kartenblattes erscheinen, abhängt.

### Zusatz zu §. 3.

### Über den Zusammenhang zwischen der Convergenz der Augenaxen und dem Accommodationszustand der Augen.

Ich habe seit der Veröffentlichung der I. Abtheilung dieser „Studien" auch einige neue in den §. 3 gehörige Versuche und Beobachtungen gemacht, welche ich hier nachzutragen mir erlaube, weil dieselben, wie mir scheint, zur Aufklärung der Art jenes eigenthümlichen Zusammenhanges zwischen Accommodation und Augenstellung wesentlich beitragen und zur weiteren Bestätigung meiner am Schlusse des Paragraphen über diesen Punct ausgesprochenen Ansicht dienen dürften.

*a)* Mit der willkürlichen Vergrösserung des Convergenzwinkels der Sehaxen ist selbst dann eine Einstellung des Accommodationsapparates für die Nähe unabänderlich verknüpft, wenn die Augen bereits für einen näheren Punkt, als den Durchkreuzungspunkt der Sehaxen accommodirt sind.

Von der Richtigkeit dieser beachtenswerthen Thatsache kann man sich leicht überzeugen, wenn man den Donders'schen Versuch mit der Papierdüte [1]) anstellt, und sich bemüht die hinter der Buchfläche sich schneidenden Sehaxen durch willkürliche Vergrösserung des Convergenzwinkels auf oder in derselben zum Durchschneiden zu bringen. In Fig. 3 ist *L* das linke, *R* das rechte Auge, *l* und *r* sind ihre respectiven Drehpunkte, *AB* die in deutlicher Sehweite befindliche Buchfläche, und *D* die vor das linke Auge gehaltene Papierdüte. Die Sehaxen schneiden sich hinter der Buchfläche in *C*, während die Augen für die Entfernung der Druckschrift und nicht für die Entfernung des Punktes *C* accommodirt sind. Es findet hier also eine ungesetzmässige Combination zwischen Accommodation und Augenstellung Statt,

[1]) Vergl. I. Abtheilung dieser Studien, Seite 21 des Separatabdruckes.

Digitized by Google

welche nur entweder durch Veränderung des Accommodationszustandes oder des Convergenzwinkels der Sehaxen corrigirt werden kann.

Wendet man das rechte Auge so weit nach innen, dass seine Sehaxe den vom linken Auge durch die Papierdüte hindurch fixirten Punkt *m* trifft, so sollte man erwarten, dass sich der Accommodationszustand der Augen nicht ändern werde, indem die falsche Augenstellung durch die willkürlich herbeigeführte Vergrösserung des Convergenzwinkels der Sehaxen corrigirt wird. Diese Erwartung wird jedoch — wie der Versuch lehrt — vollkommen getäuscht, denn während man den Convergenzwinkel der Sehaxen vergrössert, accommodiren sich die Augen für die Nähe, so zwar, dass wenn der Durchkreuzungspunkt der Sehaxen endlich mit dem Punkte *m* zusammenfällt, die Accommodationspunkte der Augen mit den näher gelegenen Punkten *a* und *b* zusammenfallen und die Druckschrift wohl nicht mehr im Doppelbilde, dafür aber undeutlich, d. h. in Zerstreuungskreisen erscheint. Die gesetzmässige Combination von Accommodation und Augenstellung bleibt also in ähnlicher Weise gestört, wie vor der beabsichtigten Correctionsbewegung, weil der Zusammenhang der Centren der beiden Functionen von der Art ist, dass sie in dieser Richtung durch den Willensimpuls nicht isolirt sondern nur gemeinschaftlich erregt werden können.

*b)* Hält man die gewonnene Augenstellung, bei welcher *m* der Durchkreuzungspunkt der Sehaxen ist, fest und versucht die Augen, welche für die Entfernung der Punkte *a* und *b* eingestellt sind, für *m* zu accommodiren — wodurch das gesetzmässige Verhältniss zwischen Accommodation und Augenstellung herbeigeführt werden würde —, so wird die Correctionsbewegung um so mehr Mühe und Anstrengung kosten, je mehr das Gesichtsfeld des linken Auges durch die Papierdüte beschränkt ist, ja es wird bei jedem Versuche die Augen für *m* zu accommodiren, der Durchkreuzungspunkt der Sehaxen wieder hinter die Buchfläche *AB* fallen, d. h. die Correction wird gar nicht gelingen, wenn wegen der Kleinheit der Öffnung der Papierdüte ein weiter unten hervorgehobener Umstand nicht eintreten kann, — und zwar aus demselben Grunde, welchen wir für die Fruchtlosigkeit der willkürlich eingeleiteten Correction der Augenstellung bei dem zuerst erörterten Versuche angegeben haben.

Digitized by Google

Aus den beiden Versuchen ersieht man wie Recht ich hatte, Volkmann gegenüber zu behaupten: „Dass die Bewegungscentra für die verknüpften Thätigkeiten (bezüglich der angegebenen Combination derselben) in einem solchen organischen (anatomischen) Verhältnisse und Zusammenhange gedacht werden müssen, dass sich der Reiz, welchen der Wille auf das eine derselben ausübt, nothwendig auch auf das andere überträgt und daselbst ein bestimmtes Quantum Bewegung auslöst".

*c)* Wenn man in dem sub *a* beschriebenen Versuche die Donders'sche Papierdüte weglässt, so tritt die Vergrösserung des Convergenzwinkels der Sehaxen ohne unser Zuthun[1]), durch die instinctive Correction — und dann ohne eine Accommodationsbewegung für die Nähe — ein.

Hat man in dem sub *b* mitgetheilten Versuche die Augenaxen durch willkürlichen Impuls in *m* zum Durchschneiden gebracht, wobei die Accommodationspunkte der Augen bis *a* und *b* (vgl. Figur 3) gerückt sind, und bemüht sich nun vergebens die Augen für *m* zu accommodiren, so wird man finden, dass sich diese Correction augenblicklich ohne unser Zuthun herstellt, wenn man die beschränkende Papierdüte rasch entfernt oder ihre vordere kleine Öffnung beträchtlich vergrössert wird, weil die Correction nur durch die Doppelbilder — welche durch die feine Öffnung der Papierdüte auf eine punktförmige Fläche beschränkt, bedeutungslos sind — ermöglicht und geleitet wird, indem dieselben in dem Masse sich decken und deutlich gesehen werden, als die richtige Combination von Augenstellung und Accommodation zu Stande kommt. Dies ist nun der Umstand, auf welchen ich oben sub *b* hingewiesen habe, ohne dessen Vorhandensein sich keine Correction einstellen kann.

*d)* Von welch bedeutendem Einflusse die instinktive Tendenz deutlich und einfach zu sehen auf die Verknüpfung und Combination eines bestimmten Accommodationszustandes der Augen mit einer bestimmten Stellung der Sehaxen ist, und dass die dieser Tendenz entsprechende instinctive Correction falscher Combinationen von Augenstellung und Accommodationszustand nur durch

---

[1]) Ja man muss sich sogar jedes vehementeren befördernden Willenseinflusses enthalten, da sonst leicht auch hier die unter *a* und *b* erwähnte Übertragung des Impulses auf beide Bewegungscentra sich einstellt und die Correction vereitelt.

Digitized by Google

die Zerstreuungskreise und Doppelbilder, welche die falschen Combinationen setzen, ermöglicht und geleitet wird — etwa so, wie wir durch gewisse Empfindungen geleitet werden, unbewusst zweckmässige Bewegungen zur Erhaltung des Gleichgewichtes auszuführen — ersieht man mit Sicherheit aus folgenden zwei Reihen von Versuchen.

Zu der einen Reihe zählen die Versuche, in welchen wir die Augen unter solche Verhältnisse bringen, dass die beiden leitenden Momente der corrigirenden Thätigkeit nicht in Wirksamkeit treten können, und deren gemeinsames Resultat darin besteht, dass die sonst gewohnten, gesetz- und zweckmässigen Combinationen von Accommodationszustand und Augenstellung nicht zu Stande kommen.

Während die andere Reihe Versuche enthält, welche — da beide leitenden Momente in voller Wirksamkeit sind — das übereinstimmende Resultat geben, dass allerdings innerhalb gewisser Grenzen selbst ungewohnte, und dem gewöhnlichen Combinationsgesetze widersprechende Combinationen beider Functionen, welche zum Theil (vgl. I. Abth. §. 3, $A_3$ und $B_3$) durch willkürliche Trennung des Zusammenhanges der Accommodations- und Augenbewegungen durchaus nicht oder nur in ungleich geringerem Grade zu erzwingen sind, — in Erscheinung treten.

1. Zu den Versuchen der ersten Reihe rechne ich:

α. die oben sub *a* und *b* mitgetheilten Versuche, wo das Gesichtsfeld des Einen Auges durch die feine Öffnung in der Spitze der Papierdüte beschränkt wird, ferner

β. die Schliessung oder blosse Bedeckung des Einen Auges, in Folge deren die Stellung der Augen bei gleichbleibendem oder wenig verändertem Accommodationszustande — selbst wenn man sich bemüht hat die richtige Stellung festzuhalten — dermassen verändert, so zu sagen desorientirt wird, dass nach Öffnung oder Aufdeckung des geschlossen oder bedeckt gewesenen Auges der Durchkreuzungspunkt der Sehaxen mehr oder weniger weit hinter den Accommodationspunkten, d. h. jenseits derselben, gefunden wird.

2. Zu den Versuchen der zweiten Reihe sind zu zählen:

α. die Versuche mit concaven und convexen Brillengläsern (Donders)[1]).

[1]) Donders: Ned. Lancet 2. Serie, 2. Jaarg., Seite 156.

Digitized by Google

β. das Stereoskopiren mit rechtseitigen und verkehrten Doppelbildern im freien Sehen[1]);

γ. das Stereoskopiren durch die verschiedenen gebräuchlichen Stereoskope. Ich habe nämlich die meines Wissens bisher noch von Niemandem hervorgehobene Bemerkung gemacht, dass alle, wie immer (mit Linsen, Prismen oder Spiegeln) construirte Stereoskope eine Trennung der gewöhnlichen Combinationen von Accommodationszustand und Stellung der Augen verlangen, selbst dann, wenn das stereoskopische Bild bei einem bestimmten Convergenzwinkel der Sehaxen mit dem legitim zu diesem Winkel gehörigen Accommodationszustande gesehen werden kann, was sogleich deutlich ist, wenn man erwägt, dass die beiden Bilder des Gegenstandes ebene Zeichnungen sind, welche bei wechselndem Convergenzwinkel einen nahezu gleichbleibenden, für die Entfernung der Bildebene passenden Accommodationszustand nöthig machen.

Ich sagte „nahezu gleichbleibenden Accommodationszustand" weil dies streng genommen nicht der Fall ist, wie sich aus der Betrachtung der Fig. 4 ergibt, welche ein Wheatston'sches Spiegelstereoskop darstellt, obschon Differenzen, wie die zwischen $aA''$ und $a'B''$ (namentlich wenn die Bilder klein und mehre Zolle von den Spiegeln entfernt sind) allerdings gänzlich vernachlässigt werden können.

Beiläufig erlaube ich mir noch anzumerken, dass die erörterten Verhältnisse einen nicht unwesentlichen Unterschied zwischen dem Sehen wirklicher Körper und dem Stereoskopiren durch stereoskopische Apparate begründen, welcher, wie mir scheint, erklärt, warum uns die plastischen Bilder (namentlich Landschaften) im Stereoskope mit ungewohnter, ich möchte sagen unnatürlicher Klarheit und Schärfe entgegentreten, und dann, warum das Stereoskopiren durch Stereoskope eine fühlbare Anstrengung, welcher auch wohl Ermüdung folgt, kostet, während wir unter übrigens gleichen Umständen beim Betrachten wirklicher, nach drei Dimensionen des Raumes ausgedehnter Körper nichts von diesen Folgen spüren.

δ. Hierher gehört endlich auch das, was ich über das Sehen der Punkte des Müller'schen Horopterkreises (I. Abth., §. 3, S. 32—34) gesagt habe.

---

[1]) Vergl. H. Mayer: Pogg. Annal. Bd. LXXXV, Seite 189, und besonders auch G. Meissner a. a. O., Seite 117.

Digitized by Google

*e)* Meine am Ende des §. 3 der I. Abth. dieser Studien angedeutete Ansicht über die Art der Verknüpfung der Accommodations- und Convergenzbewegungen, will ich nun etwas ausführlicher und bestimmter behandeln, mit Beziehung auf die von R. Wagner angebahnte, auf mikrotomischer Basis ruhende Innervations-Theorie, welche mir bereits seit geraumer Zeit durch meinen hochverehrten Lehrer Prof. Purkyně bekannt und geläufig ist [1]).

Vorher erlaube ich mir die Stelle aus R. Wagner's neurologischen Untersuchungen zu citiren, welche sich auf die sogenannten Mitbewegungen bezieht.

R. Wagner sagt [2]): „Ich nehme zwei Classen von Mitbewe„gungen an: 1) Solche, welche angeboren und durch einen unabänder„lichen Mechanismus das ganze Leben auf eine nicht zu beseitigende „dem Zwecke der Functionen dienende Weise mit anderen automati„schen oder intendirten Bewegungen zwangsmässig verbunden sind. „Dahin rechne ich z. B. die Contraction der Pupille bei kräftiger

---

[1]) Purkyně trägt sich nämlich schon seit der durch ihn gemachten Entdeckung der mehrfach geschwänzten Ganglienzellen der grauen Substanz mit ganz ähnlichen hypothetischen Ideen über die Innervations-Erscheinungen in den Centralorganen, wie solche in jüngster Zeit R. Wagner nach so manchen neuen, ermunternden, mikroskopisch-anatomischen Thatsachen, welche Purkyně damals nur erst ahnen konnte, ausgesprochen hat. Ja Purkyně theilt schon seit Jahren diese Ideen in seinen Vorlesungen den Zuhörern mit. Durch vorliegende Anmerkung können und sollen R. Wagner's grosse Verdienste um die Gestaltung einer exacteren Nervenphysiologie durchaus nicht geschmälert werden. Die Absicht meiner Mittheilung ist nur die, hier an den Mann zu erinnern, in dessen auserwähltem, durchaus ursprünglichem Geiste schon so mancher folgenreiche Gedanke aufgegangen war, der wie im vorliegenden Falle, erst später an anderen Orten, von anderen Händen zur Reife gebracht wurde. So hatte Purkyně lange vor Schwann die Grundzüge der Zellentheorie erfasst und in aller Stille für sich und seine Freunde und Schüler bearbeitet, allein der kühnere und weniger zurückhaltende Schwann hat, wie Purkyně in einer Besprechung der Schwann'schen Untersuchungen scherzweise sich ausdrückte, die Braut, die er (Purkyně) längst kannte und um die er schon lange warb, heimgeführt. Obschon es keinem Zweifel unterliegt, dass Purkyně sowohl die Innervations- als die Zellentheorie weit früher als Wagner und Schwann erfasst und aufgebaut hat, so kann doch diese Thatsache keine Bedeutung für die Prioritätsfrage gewinnen, da Purkyně die Mühe gescheut hat, seine längst gehegten Ideen der Öffentlichkeit zu übergeben.

Ich aber glaubte nichts destoweniger — als Jünger dieses Meisters — die Verpflichtung zu haben, den mitgetheilten Sachverhalt, wenn auch nur gleichsam als biographische Notiz, zur Sprache zu bringen.

[2]) Nachrichten v. d. G. A. Universität und der k. Gesellschaft d. Wissensch. zu Göttingen. 6. März 1854, Nr. 26, S. 98.

Digitized by Google

„Zusammenziehung der *m. m. recti interni* in der Convergenzstel-„lung beider Augenaxen beim Nahesehen. Ich erkläre dies aus einer „anastomotischen Verbindung der multipolaren Ganglienzellen im „Kerne des *Nerv. oculomotorius* unterhalb der sylvischen Wasserlei-„tung, welche die Ursprungsfasern des *M. rectus internus* abgeben, „mit anderen Ganglienzellen, aus denen die Sphincterenmuskelfasern „der Iris ihre Nerven erhalten [1]). 2) Zur zweiten Classe von Mitbe-„wegungen rechne ich diejenigen, höchst zahlreichen, welche sich „durch Übung beseitigen lassen, z. B. die bei intendirten Bewegungen „einzelner Finger wider den Willen miterfolgenden Bewegungen „anderer Finger. Hier tritt die allbekannte Erfahrung auf, dass in „Folge vielfältiger Übung alle isolirten Erregungen einzelner Mus-„keln und Muskelapparate uns allmählich leichter werden, daher denn „auch Kinder noch mit vielen Mitbewegungen behaftet sind, welche „Erwachsene längst unbemerkt beseitigt haben. Eine Erklärung „dafür ist nach meiner Annahme zahlreicher anastomotischen Ver-„bindungen zwischen dem die einzelnen Muskeln beherrschenden „multipolaren Ganglienzellen leicht."

„Die Willensimpulse werden nach dem einfachen Gesetze der „Übung und Gewohnheit, die zur Realisirung ihrer Zwecke nöthigen „Bahnen schon finden lassen. Dies kann unmöglich für einen so fein „gegliederten und seiner Seele im normalen Zustande so dienstbaren „Organismus schwer fallen, welcher im Stande ist, beim Gesang die „feinsten Spannungsverhältnisse zu empfinden und für das Bedürfniss „der Modulationen seiner Stimme abzuändern, ohne dazu der ana-„tomischen Kenntnisse zu bedürfen."

Die Art der Verknüpfung der Accommodations- und Augenbewegungen, wie wir dieselbe durch die mitgetheilten Versuche genauer kennen gelernt haben, passt vollständig weder in die eine, noch in

---

[1]) „Dass ich die im Bezirke der Hirnnerven, z. B. in der Region der Sinnesnerven „vorkommenden Bewegungen meinem Systeme von multipolaren Ganglienzellen „unterordne und im Wesentlichen dieselben Bedingungen, wie im Rückenmarke „anzunehmen geneigt bin, habe ich schon in meiner letzten Mittheilung „„über die „„Elementarorganisation des Gehirnes"" erwähnt. Wem für die Sinnesnerven, „wie namentlich für Seh- und Hörnerven die Annahme eigener excitomotorischer „Fasern noch bedenklicher erscheinen mag, als für die Rückenmarksnerven, dem „möchte ich entgegnen, dass gewiss ein Theil der Reflexbewegungen, welche man „sich durch die Fasern der Sinnesnerven vermittelt denkt, den excitirenden „Fasern des Trigeminus und Vagus zukommt . . ."

Digitized by Google

die andere Classe von Mitbewegungen, welche Wagner aufgestellt hat. Die Verhältnisse sind in unserem Falle so complicirt, dass wir die charakteristischen Merkmale beider Classen von Mitbewegungen vorfinden:

α) Nach meinen bisherigen Erfahrungen sind die willkürliche Erregung einer Convergenzbewegung der Augen mit einer Accommodationsbewegung für die Nähe, und eine willkürliche Erregung einer Accommodationsbewegung für die Ferne mit einer relativen Divergenzbewegung der Augen zwangsmässig verbunden, so dass diese beiden Bewegungen zu den Mitbewegungen der ersten Classe gehören.

[Innerhalb sehr enggesteckter Grenzen gehören auch diese Mitbewegungen für manche Individuen, wie mir Coccius in Leipzig mitgetheilt hat, in die zweite Classe. Mag dem sein wie ihm wolle, der von mir aufgedeckte Unterschied der Innigkeit des Verbandes, welcher diese Bewegungen verknüpft, und des Verbandes, welcher die sub β angeführten Bewegungen zusammenkettet, bleibt zu Recht bestehen.]

β) Während die Mitbewegungen, welche durch die willkürliche Erregung einer relativen Divergenzbewegung der Sehaxen oder einer Accommodationsbewegung für die Nähe gewöhnlich ausgelöst werden, zu den Mitbewegungen der zweiten Classe zu zählen sind, weil dieselben, wie ich gezeigt habe, durch Übung innerhalb gewisser Grenzen zu beseitigen sind.

γ) Ferner sind die Bewegungscentra beider Functionen, ebenfalls innerhalb bestimmter Grenzen, in Folge unbewusster, instinctiver Erregung einer isolirten Thätigkeit fähig [1]).

Hiernach werden wir sehr verschiedene Innervationsbahnen zur Erklärung dieser eigenthümlich verknüpften Bewegungen annehmen müssen. Versuchen wir — eingehend auf die Wagner'sche Hypothese — uns eine bestimmtere Vorstellung darüber zu bilden, so werden wir hinsichtlich der sub α betrachteten willkürlichen Erregungen eine anastomotische Verbindung der multipolaren Ganglienzellen im Kerne des *N. oculomotorius*, welche die Ursprungsfasern des *M. rectus internus* abgeben, mit anderen

[1]) Vergl. oben sub d.



Digitized by Google

Ganglienzellen, aus denen der Accommodationsapparat, welcher die Adaption für die Nähe besorgt, seine Bewegungsnerven erhalt — und ferner eine anastomotische Verbindung der Ganglienzellen des Centralorganes für die Accommodationsbewegungen, welche die Adaption für die Ferne vermitteln, mit anderen Ganglienzellen, von welchen die Fasern für den *M. rectus externus* und die anderen Auswärtsroller der Augen entspringen, annehmen müssen.

Hinsichtlich der sub β erörterten willkürlichen Impulse, welche in Folge vielfältiger Übung die Centra der beiden Functionen innerhalb gewisser Grenzen isolirt erregen können, werden wir mit Wagner die Annahme „zahlreicher anastomotischer Verbindungen zwischen den die einzelnen Muskeln (gewisse Augen- und Accommodationsmuskeln) beherrschenden multipolaren Ganglienzellen" machen. Durch die Annahme mehr oder weniger zahlreichen Anastomosen zwischen den Ganglienzellen würde also nach Wagner's Vorstellungen zu erklären sein, warum die Übertragung eines willkürlichen Impulses von einem Centrum auf das andere, in dem ersten Falle (sub α), bei weniger Anastomosen, schwerer, als im zweiten Falle (sub β), bei zahlreicherer anastomotischer Verbindung, verhindert werden können. Vielleicht erscheint es Manchem plausibler die Annahme umzukehren und den innigeren Verband durch mehr, den lösbareren Verband hingegen durch weniger Anastomosen zu erklären. Hier hat die Phantasie noch ganz freien Spielraum.

Was endlich die sub γ betrachteten isolirten Erregungen der Centra der beiden Functionen durch unwillkürliche, instinctive Impulse betrifft, so möchte man, wie mir scheint, beinahe zur Statuirung excitirender Fasern geneigt sein, deren peripherische Enden entweder in die Retina oder in den Theil des Sensoriums, in welchem die Gesichtsvorstellungen zu Stande kommen, und deren centrale Enden in gewisse Ganglienzellen der beiden Centra zu verlegen wären.

Dass die isolirte Thätigkeit der Centra der beiden Functionen in Folge der instinctiven und der willkürlichen Impulse nur innerhalb gewisser Grenzen, d. h. nur bis zu einer limitirten Grösse der ausgelösten Bewegungen, möglich ist, dürfte sich aus der für grössere Bewegungen benöthigten grösseren Intensität des Impulses und dem dadurch bedingten grösseren Erregungsbezirke erklären lassen. Hierauf deutet schon Wagner, indem er

Digitized by Google

sagt:[1]) „Nehme ich die multipolaren Ganglienzellen als Knotenpunkte „für Innervationsprocesse an, so liegt allerdings eine Schwierigkeit „darinnen, zu erklären, warum die Erregungen von einer Faser bald „in der ersten Zelle ruhen bleiben, bald auf benachbarte oder ent- „ferntere, oft sehr viele Zellen und die von denselben abgehenden „Commissuren und Fasern übergehen. Dies kann nun möglicher „Weise theils von der Intensität der Reize, theils von der gan- „zen Stimmung der multipolaren Ganglienzellen, die jedenfalls variabel „ist — z. B. abhängig von der Blutzufuhr, von specifischen Reiz- „mitteln, wie Strychnin u. s. w. herrühren".

Man könnte hier auch an eine Verschiedenheit der Impulse und Innervationsprocesse denken, welche etwa der Verschiedenheit zwischen gewöhnlichen und polarisirten Lichtstrahlen analog wäre. Nähme man dann noch in dem Inhalte der Nervenzellen und Fäden gewisse den Elasticitätsunterschieden des Lichtäthers in doppeltbrechenden Substanzen analoge Veränderungen an, so liesse sich begreifen, warum die Erregungen bald in den ersten Zellen liegen bleiben müssen, bald auf mehrere Zellen u. s. w. übergehen.

Um etwaigen Missverständnissen vorzubeugen, erkläre ich schliesslich erstens, dass ich die oben aufgestellte Hypothese, für nichts weiter ausgebe und angesehen wissen will, als für einen anspruchslosen Versuch die in Folge des eigenthümlichen Zusammenhanges zwischen den Accommodations- und Augenbewegungen zu beobachtenden Erscheinungen, mit einer bestimmteren Vorstellung von der anatomischen Anordnung der Innervationsbahnen in Beziehung zu bringen, — und zweitens, dass ich, trotz des Eingehens auf R. Wagner's Innervationstheorie, doch weit entfernt bin, seine sonstigen Ansichten über die Function der Centralorgane, wie sie dieser Physiologe in dem zweiten Theile seines anthropologischen Vortrages über „Menschenschöpfung und Seelensubstanz" Göttingen, G. Wiegand 1854, auszusprechen den Muth hatte, zu theilen oder gutzuheissen.

*f)* Im 3. § der I. Abtheilung habe ich nachgewiesen, dass man im Stande sei die Augenaxen willkürlich zur Divergenz zu bringen (a. a. O., pag. 25), zugleich aber irrthümlich bemerkt, dass dies, wenn der Gegenstand dessen Auseinandertreten in Doppelbilder als

[1]) A. a. O., S. 93.



Digitized by Google

Mass der Divergenz dient und für den die Augen accommodirt bleiben, näher liege, leichter gelinge — im entgegengesetzten Falle dagegen schwerer (pag. 27 und 28). Ich berichtige hiermit diesen Irrthum dahin, dass es wohl schwieriger sei einen entfernteren Gegenstand in verkehrte Doppelbilder auseinander treten zu lassen, als einen näheren, dass aber, wenn dies einmal gelungen ist, die Divergenzstellung der Augenaxen bei Fixirung eines entfernteren Gegenstandes leichter zu erzwingen sei, als bei Fixirung eines näheren.

Auch nehme ich die Gründe, durch die ich den berichtigten Irrthum zu stützen glaubte, als falsch zurück, halte aber die von mir gemachte Beobachtung mit aller Bestimmtheit fest, dass man durch Übung in den Stand gesetzt werde, die Augenaxen willkürlich und im freien Sehen divergiren zu lassen, und ferner, dass man auf die von mir angegebene Weise die Grösse des Divergenzwinkels messen könne u. s. w.

Beiläufig führe ich hier an dass Turtual, obschon er noch keine Ahnung davon hatte, dass man die Augenaxen willkürlich divergent stellen könne, doch bereits erkannt hatte, dass die Augenaxen unter gewissen ungewöhnlichen Umständen in Divergenz gerathen. Turtual[1]) sagt nämlich: „Beim Sehen nach dem Monde „ist wegen der grossen Entfernung der Stand der Sehaxen als paral„lel anzunehmen; dennoch erscheint nach Befreiung des verdeckten „linken Auges anfänglich rechts ein Nebenmond, die Convergenz jen„seits des Objectes ist also hier in eine Divergenz der Axen über„gegangen". — Noch wäre hier an eine Arbeit H. Meyer's[2]) in Zürich zu erinnern, in welcher bereits die mögliche Divergenz der Augenaxen untersucht und vermittelst des Stereoskopes demonstrirt wurde.

Zusatz zu §. 4.

Zur Lehre von den Doppelbildern, die beim Sehen mit beiden Augen entstehen.

*a)* In dem vorliegenden § habe ich alle möglichen Hauptrichtungen, in welchen gesehene Objecte zu Doppelbildern auseinander treten können, angegeben und an einem Versuche erörtert.

---

[1]) Die Dimension der Tiefe im freien Sehen und im eterkoskopischen Bilde. Münster 1842, S. 11.

[2]) Pogg. Annal. Bd. 85, 1852, pag. 207.

Digitized by Google

G. Meissner[1]) hat diesen Versuch, im Zusammenhange mit seinen vortrefflichen Untersuchungen über den Horopter, gleichfalls, jedoch nicht vollständig behandelt. Den wesentlichen Punkt meiner Mittheilung, welchen Meissner unberücksichtigt liess, bringe ich hier noch einmal zur Sprache; nämlich: jenes Auseinandertreten der Doppelbilder in verticaler Richtung, welches sich „einfach durch die Drehung eines Auges nach oben" „oder nach unten" — also durch Augenbewegungen erklärt, welche die Sehaxen in verschiedene Ebenen auseinander stellen und ihre Intersection aufheben.

Ich habe diese neue Thatsache a. a. O. mit so geringer Ausführlichkeit behandelt, dass sehr leicht Zweifel an der Richtigkeit meiner Angabe entstehen können. Da ich überdies die Umstände, welche gewöhnlich und auch in dem mitgetheilten Versuche zum grossen Theil ein scheinbares verticales Auseinandertreten der Doppelbilder bedingen, gar nicht erwähnt habe, so liegt vielleicht für Manche der Verdacht nahe, ich hätte mir eine Verwechslung zu Schulden kommen lassen und es sei Nichts mit meiner Beobachtung, indem dieselbe auf andere Weise, als durch jene bisher bezweifelten Augenbewegungen erklärt werden müsse.

Um solchen Missverständnissen vorzubeugen und das von mir behauptete Vorkommen jener Augenbewegungen überzeugend festzustellen, lasse ich hier eine etwas ausführlichere Auseinandersetzung des Gegenstandes folgen.

Die Entstehung der Doppelbilder überhaupt beruht bekanntlich darauf, dass die Bilder eines Gegenstandes nicht auf identische Punkte der Netzhäute fallen. Die Richtung, in welcher die scheinbare Verdoppelung des Gegenstandes stattfindet, hängt von der relativen Lage der beiden Netzhautbildchen ab. Solcher Hauptrichtungen gibt es, wie ich gezeigt habe, drei und man könnte hiernach die Doppelbilder in verticale, horizontale und geneigte oder gedrehte eintheilen — der möglichen Combinationen nicht zu gedenken.

Ein Auseinandertreten der Doppelbilder in verticaler Richtung wird ganz allgemein dann sattfinden, wenn das eine Bild unter, das andere über einem Netzhautpunkte, welcher für beide Netzhäute

[1]) A. a. O., S. 75, §. 43.

Digitized by Google

identisch ist, auffällt. Dieses Lagerungsverhältniss der Netzhautbilder tritt nun unter verschiedenen Umständen ein.

α. Wenn die Augenaxen weder parallel stehen, noch 45° gegen den Horizont geneigt sind, so findet, nach Meissner[1]), auf dessen Arbeit ich wegen des Details verweise, in Folge der Neigung der „Trennungslinien" gegen einander, für die Bilder von einem neben dem fixirten gelegenen Punkte, stets ein solches Lagerungsverhältniss auf den Netzhäuten Statt, dass ein Übereinandertreten der Bilder in rein verticaler oder schräger Richtung erfolgen muss. Die über einander verschobenen Doppelbilder werden unter diesen Umständen Beide indirect gesehen.

β. Wenn man den Kopf nach der Seite neigt, so müssen sich die rechtseitigen oder verkehrten Doppelbilder eines Gegenstandes in verticaler Richtung über einander verschieben, und zwar werden rechtseitige Bilder sich zu heben, verkehrte hingegen sich zu senken scheinen, wenn das eine Auge, welchem die Bilder angehören, durch Neigung des Kopfes über die Horizontale gehoben wird, während das andere Auge in seiner ursprünglichen Höhe erhalten oder unter die Horizontale gesenkt wird, und vice versa.

Eines der unter diesen Umständen entstandenen verticalen Doppelbilder kann direct gesehen werden, ja wenn die Bilder eine mehr als punktförmige Ausdehnung haben, können beide auf die Axenpuncte der Netzhäute fallen — freilich mit verschiedenen Theilen, da sie sonst zu Einem Bilde verschmelzen müssten.

γ. Steht die die beiden Axenpunkte der Netzhäute verbindende Linie in Folge der Drehung eines Auges nach auf- oder abwärts, oder in Folge einer gleichzeitigen Wirkung der Aufwärtsroller, an dem einen, der Abwärtsroller an dem anderen Auge nicht in Einer Ebene mit der horizontal gestellten „Sehbase" (Tourtual), so sind die Bedingungen für verticale Doppelbilder gesetzt. Es ist aber die Frage, ob solche Augenbewegungen möglich sind.

„Die Bewegungen der Augäpfel" sagt Tourtual[2]), „sind durch „eine noch unerklärte, doch ohne Zweifel in dem Verhältnisse der „Ursprünge der *Nervi oculomotorii* begründete Nothwendigkeit in

[1]) A. a. O., S. 59, §. 33.
[2]) A. a. O., S. 6.

Digitized by Google

„der Weise von einander abhängig, dass die Drehung des einen, „durch welche die Axe desselben aus der Axenebene nach oben oder „unten abweicht, auch eine gleiche Abweichung der Axe des anderen „zur Folge hat, welche nun in die Ebene, welche die bewegte erste „Axe mit der Sehbase einschliesst, zu liegen kommt. Die Axenebene „zerfällt selbst dann nicht, wenn beim Vorsichhinstarren die Axen „eine parallele Stellung annehmen oder im Schlafe ein- und auf- „wärts gewendet sind, auch scheint eine Art des Schielens, in „welcher die Axen aus der Ebene weichen, nicht vorzukommen“ [1]).

Diesem entgegen behaupte ich nun, dass jene bezweifelten oder geleugneten Augenbewegungen und das Zerfallen der Axenebene unter gewissen Umständen dennoch wirklich vorkommen.

Die Richtigkeit meiner Behauptung glaube ich durch folgende Versuche über allen Zweifel erheben zu können. Zunächst stelle ich eine Linie, die Zeilen einer Druckschrift oder den Rand einer Tischplatte vermittelst einer Libelle genau horizontal. Dann bringe ich die „Sehbase“ und die die beiden Axenpunkte der Netzhäute verbindende Linie in eine solche Lage, dass diese beiden Linien mit dem horizontal gestellten Objecte in Eine Ebene fallen. Dies geschieht, indem ich das horizontal gestellte Object in verkehrte Doppelbilder aus einander treten lasse und, den Kopf von einer Seite zur anderen neigend, jene Stellung des Kopfes bestimme, bei welcher die verkehrten Doppelbilder genau in Einer Horizontalen stehen. Ist die gewünschte Stellung des Kopfes ausgemittelt, so lasse ich auf meinem Kopfe eine Wasserwage horizontal befestigen, welche einem Gehilfen jede unwillkürliche seitliche Neigung des Kopfes sogleich angibt.

Nach diesen Vorbereitungen, welche mich offenbar in den Stand setzen, ein etwaiges Zerfallen der Axenebene mit grosser Genauigkeit zu erkennen, schreite ich zu folgenden Versuchen.

1. Ich schliesse und öffne abwechselnd das eine Auge, während das andere ruhig nach dem horizontal gestellten Objecte sieht und beobachte die relative Stellung der dabei entstehenden verkehrten Doppelbilder.

2. Ich verkleinere, während der Betrachtung des horizontal gestellten Objectes, den Convergenzwinkel der Sehaxen immer mehr

---

[1]) Vergl. dagegen Archiv für Ophthalmologie von Graefe. Berlin 1854, Band I, Abth. I, S. 11.

Digitized by Google

und mehr, bis die Sehaxen parallel stehen und bringe dieselben endlich bis zur Divergenz.

3. Ich betrachte Objecte, welche von der Medianlinie (Mittelaxe, Tourtual) so weit seitlich entfernt sind, dass sie dem einen Auge beträchtlich näher stehen, als dem anderen [1]).

Unter allen diesen Umständen habe ich verticale Doppelbilder entstehen sehen, welche einem Zerfallen der Axenebene ihren Ursprung verdanken. Ich erkannte und erschloss dies mit Sicherheit daraus 1. dass die Libelle, die an meinem Kopfe befestigt war, nicht die geringste Schwankung, während der Entstehung und Beobachtung der Doppelbilder zeigte und 2. dass die Object-Punkte, welche in die Verlängerung der Sehaxen fielen und daher auf den Axenpunkten der Netzhäute sich abbildeten nicht in einer horizontalen Linie lagen, sondern dass die diese Punkte des Objectes verbindende Gerade, nach einer oder der anderen Richtung gegen den Horizont geneigt war oder selbst vertical stand.

Ad. 1. Obschon Tourtual [2]) Bell's Behauptung einer stattfindenden Bewegung des Augapfels während des Lidschlages bestätigt und näher bestimmt hat; so ist es ihm doch entgangen, dass diese Bewegungen zum Theil solcher Art sind, wie er sie in der sub γ citirten Stelle aus dem Jahre 1842 geleugnet hat.

Das Bild des geschlossenen Auges finde ich nach meinen Beobachtungen bei der Öffnung desselben in dreifacher Richtung gegen das Bild des während des ganzen Versuches offen gehaltenen Auges verschoben; experimentire ich mit dem linken Auge, so erscheint das Bild nach rechts und nach unten verschoben und meist auch etwas nach rechts und unten geneigt oder gedreht. Demgemäss hat sich also das linke Auge während des Lidschlages nach aussen (links) und nach oben gewendet und zugleich etwas um die optische Axe in der Richtung von aussen (links) und unten nach innen und oben gedreht. Dasselbe gilt mutatis mutandis für das rechte Auge.

Ad. 2. Während ich die Convergenz der Augenaxen in den Parallelismus und diesen in die Divergenz übergehen lasse, treten die

---

[1]) Vergl. I. Abth. §. 3, S. 33—34.

[2]) Müller's Archiv 1838, S. 326.

Digitized by Google

verkehrten Doppelbilder, in welchen das horizontal gestellte Object erscheint, immer weiter und weiter aus einander und erleiden dabei zugleich eine mehr oder weniger auffallende verticale Verschiebung. Für eine Entfernung des Objectes von 3 Fuss mochte diese Verschiebung oft bis etwa 6 W.L. betragen. Werden die Zeilen einer Druckschrift als horizontal gestelltes Object verwendet, so kann man sich sehr leicht überzeugen, dass unter diesen Umständen die Axenebene zerfalle, indem die Verlängerungen der Augenaxen Buchstaben treffen, welche in verschiedenen Zeilen liegen. Bei mir tritt immer das Bild des linken Auges über das des rechten Auges herauf — die Sehaxe des rechten Auges trifft verlängert einen höher gelegenen Punkt des Objectes als die Sehaxe des linken Auges. Bei anderen Individuen mag dies vielleicht umgekehrt sein.

Ad. 3. Unter den angegebenen Umständen treten, wenn die Asymmetrie der Augenstellungen gewisse Grenzen überschreitet, endlich Doppelbilder auf, und es wird unmöglich, einfach und deutlich zu sehen. Befindet sich das Object, z. B. eine senkrecht auf der horizontalen Linie stehende Nadel, auf der rechten Seite, so dass beide Augen stark nach rechts gewendet werden müssen, so steht das Bild des linken Auges rechts von dem Bilde des rechten Auges und oft sehr beträchtlich tiefer als dieses und erscheint zugleich etwas nach rechts hin geneigt. Je näher das zu betrachtende Object caeteris paribus steht, je grösser also der Convergenzwinkel der Augenaxen sein müsste, um dasselbe einfach zu sehen; desto schwieriger ist es, die Entstehung von Doppelbildern zu verhindern und die Sehaxen auf dem Objecte zum Durchschneiden zu bringen. Durch eine mehr oder minder beträchtliche Anstrengung der Einwärtsroller der Augen gelingt es wohl meist, den geforderten Convergenzwinkel der Sehaxen zu erzwingen, so dass sich die Doppelbilder einander in horizontaler Richtung immer mehr und mehr nähern und endlich ganz in Eins verschmelzen, wenn sich die verticale Verschiebung und Neigung oder Drehung derselben corrigiren. Dies geschieht jedoch nicht immer und zwar dann nicht mehr, wenn das Object zu nahe steht und eine zu starke seitliche Drehung der Augen verlangt, um bei festgestelltem Kopfe gesehen zu werden. Die verticale Verschiebung, welche sich, wie ich bemerkt habe, mit dem Aufwärtsneigen der Sehaxen, bei höherem Stande des zu betrachtenden Objectes, steigert, corrigirt

Digitized by Google

sich beinahe noch schwieriger, als die Drehung oder Neigung, so dass man unter diesen Umständen — ohne gerade besonders geübt zu sein — oft die Gelegenheit hat, sich zu überzeugen, wie die Punkte des Objectes, welche in der Verlängerung der Sehaxen liegen, senkrecht über einander zu stehen kommen. Sind beide Augen, wie in dem obigen Falle, nach rechts gedreht, so ist die Sehaxe des rechten Auges auf einen unterhalb der Spitze gelegenen Punkt der Nadel gerichtet, während die Axe des linken Auges die Nadelspitze selbst trifft.

Die verticale Verschiebung der Zeilenhälften in dem im §. 4 der I. Abtheilung angegebenen Versuche kann nach dieser Auseinandersetzung also durch sämmtliche sub $\alpha$, $\beta$ und $\gamma$ erörterten Umstände bedingt sein. Welche von diesen Umständen einzeln oder combinirt in einem gegebenen Falle vorhanden sind, ist jedoch nicht immer ganz leicht zu ermitteln.

*b)* Dass man durch eine passende Stellung der Augen zwei Bilder oder Bildtheile zu Einem Bilde vereinigen könne, hat bereits Dove[1]) gezeigt und in Anwendung gebracht.

Zusatz zu §. 5.

Über die unempfindliche Stelle der Retina im menschlichen Auge.

*a)* Die subjectiven Erscheinungen, welche vorzüglich bei starker Drehung der Augen nach der rechten oder der linken Seite in der Gegend der Eintrittsstelle des Sehnerven wahrgenommen werden, sind je nach der Richtung und der Art, in welcher das Auge gedreht wird, hinsichtlich der Grösse, der Gestalt, der Qualität und Intensität merklich verschieden, indem die Ausdehnung und Beschaffenheit der Reizung, der die Nerven-Elemente der Retina und des Opticus dabei ausgesetzt werden, wesentlich von der Spannung und Zerrung des Opticus abhängen, welche bei den bekannten topographisch-anatomischen Verhältnissen dieses Nerven in der Augenhöhle, je nach der Richtung und Grösse der forcirten Drehung des Auges verschieden sein müssen. Wendet man z. B. beide Augen stark nach einer Seite, wobei sich das eine Auge nach innen, das andere nach aussen drehen muss, so wird man bei aufmerksamer Beobachtung finden, dass weder die Gestalt noch die

[1]) Darstellung der Farbenlehre und optische Studien. Berlin 1854, S. 164.

Digitized by Google

Grösse, noch auch die Färbung und die Intensität der beiden an den Eintrittsstellen der Sehnerven wahrnehmbaren Lichtphänomene vollkommen gleich sind. Wenn man den Versuch bei geschlossenen Augenlidern im Sonnenlichte oder nahe vor der Milchglas-Glocke einer intensiv leuchtenden Lampe ausführt, dann bemerkt man leicht, dass das subjective Lichtphänomen in dem nach innen gewendeten Auge schon bei einer wenig forcirten Seitendrehung der Augen in Form eines Punktes auftritt, der nach innen an Ausbreitung zunehmend, bis zu einer rundlichen, gleichmässig blaugefärbten Fläche sich ausdehnt; während es für das nach aussen gewendete Auge einer weit forcirteren Seitendrehung bedarf, um in der Gegend der Eintrittsstelle des Opticus die subjective Farbenerscheinung, welche sich hier als ein weisslich, blau und heller röthlich-orange gesprenkelter, unregelmässiger Fleck von geringerer Grösse als im anderen Auge darstellt, hervorzurufen.

Ich begnüge mich hier im Allgemeinen auf die Unterschiede der beiden Lichtphänomene hingewiesen zu haben, und verzichte auf eine detaillirte vergleichende Beschreibung derselben, weil ich das Phänomen in dem nach aussen gewendeten Auge zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenem Grade der Drehung allzu wechselnd in Zeichnung und Färbung fand.

Lässt man mit der forcirten Drehung der Augen plötzlich nach, so erscheinen an der Stelle der beobachteten, hellere röthlich-orange gefärbte Flecke, gleichsam subjective Blendungsbilder, welche nach einigen Augenblicken wieder verschwinden; in dem nach aussen gedrehten Auge erscheint das Blendungsbild gewöhnlich von aussen her durch einen glänzenden halbmondförmigen Strich eingefasst.

*b)* Stellt man den Versuch in der Dunkelheit an, so treten statt der eben beschriebenen farbigen Flecken, bekanntlich feurige Halbkreise und Kreise hervor. Nach Purkyně's Beobachtung bestehen diese Halbkreise häufig aus mehreren concentrischen, durch dunkle Zwischenräume getrennten Lichtstreifen. Ihre Concavität ist nach derselben Seite gekehrt, nach welcher die beiden Augen gewendet werden.

Schliessen sich bei forçirter Drehung die feurigen Halbkreise zu ganzen Kreisen oder Ringen, so ist die neu hinzu gekommene Hälfte gewöhnlich lichtschwächer als die ursprüngliche, in welcher häufig, namentlich in dem nach aussen gewendeten Auge, sehr glänzende Lichtfunken aufsprühen.

Digitized by Google

Sehr auffallend und vorläufig unerklärlich ist der Umstand, dass die beiden Lichterscheinungen im Dunkeln fast ganz gleich aussehen, während sie doch bei erleuchtetem Gesichtsfelde (s. oben sub *a)* so wesentliche Unterschiede zeigen. Hiermit hängt noch die andere Schwierigkeit zusammen, wie man es zu erklären habe, dass die fraglichen Erscheinungen bei erleuchtetem Gesichtsfelde eine flächenförmige, in der Dunkelheit aber eine ringförmige Ausdehnung haben, da doch die mechanische Reizung der optischen Nerven-Elemente in beiden Fällen ganz dieselbe ist. Wie der Mangel des objectiven Lichtes in dem einen, das Vorhandensein desselben in dem anderen Falle eine solche Verschiedenheit der Erscheinungen bedingen kann, dürfte für jetzt völlig unbegreiflich bleiben, da sich die beiden Formen der Erscheinungen nicht etwa wie positive und negative Photographien zu einander verhalten. Für jetzt wage ich nur die Vermuthung zu äussern, dass die optischen Nerven-Elemente durch die Zerrung des Sehnerven wohl in verschiedene Reizzustände versetzt werden mögen, welche in der Dunkelheit nur einfache und gleichartige Lichtempfindungen auslösen, welche aber die Verschiedenheit der Reizung erst qualitativ zu offenbaren und die Mariotte'sche blinde Lücke mit einem Phantasma zu füllen im Stande sind, wenn sie mit der Erregung durch objectives Licht combinirt sind.

*c)* Stellt man den Versuch vor einer nicht allzu grell beleuchteten weissen Wand an, so erscheint in dem nach innen gedrehten Auge ein dunkler ins Grüne stechender rundlicher Fleck, in dem nach aussen gedrehten Auge aber ein Fleck von röthlicher Farbe, der nach innen und etwas nach unten von einem dunklen ins Grüne ziehenden kleineren Fleck, der bei forcirterer Augendrehung eine halbmondförmige Gestalt annimmt, begrenzt wird. Dieser Halbmond scheint dem feuerigen Halbkreise im finstern Gesichtsfelde zu entsprechen.

*d)* Was die „galvanische Lichtfigur" und die wichtigen Fragen betrifft, welche ich an diese Erscheinung knüpfte, so habe ich es meiner Augen wegen leider noch immer verschieben müssen, weitere und entscheidende Versuche anzustellen. Ich bedauere daher um so mehr, dass es Herrn Ruete [1]) nicht gefallen hat, die Untersuchung

[1]) Bildliche Darstellung der Krankheiten des menschlichen Auges. 1. u. 2. Lieferung. Leipzig 1854, pag. 61, Taf. VIII, Fig. 10 und 11.

Digitized by Google

der „galvanischen Lichtfigur“ auf dem von mir (§. 5, pag. 45) bezeichneten Wege fortzuführen, sondern, dass er es vorgezogen hat, die schon von Purkyně viel klarer und erschöpfender beschriebenen Erscheinungen, in unvollkommener Weise zu reproduciren [1]), ohne auch nur Purkyně's Beobachtungen zu citiren! Ruete spricht fast nur von den farbigen Erscheinungen an der *Macula lutea*. Das Verhalten der Eintrittsstelle des Sehnerven berührt er nur ganz oberflächlich; ja nach den grell und prächtig, aber unwahr illuminirten Abbildungen Taf. VIII, Fig. X und XI zu urtheilen, ist ihm der schon von Purkyně ausdrücklich hervorgehobene Gegensatz zwischen Axenpunkt der Retina und Eintrittsstelle des Sehnerven ganz entgangen!

Unbegründet und willkürlich erscheint es mir überdies, wenn Ruete, a. a. O. pag. 62, sagt: „Die gelbrothe Farbe in der Peripherie der Retina bei der Anwendung der + Electricität, ist das Resultat der directen Thätigkeit der Retina (?), in welche sie durch die unmittelbare Einwirkung der Elektricität versetzt wird, während die blaue Farbe in der Mitte die Folge des Hervortretens der Complementärfarbe an der Stelle ist, die sich in relativer Ruhe befindet (?). Die Farben bei der Application der — Elektricität auf das Auge sind ganz dieselben, wie bei der +, nur ist die Vertheilung eine andere, indem hier das Centrum erleuchtet (?) ist, während in der Peripherie die blaue Complementärfarbe subjectv (?) hervortritt“.

Ruete gibt nicht an, welche Gründe ihn zu der Annahme berechtigen, dass eine der Farben, und dass gerade das Blau eine Contrastfarbe sei. Das Gegentheil liesse sich eben so gut — behaupten! —

Zusatz zu §. 6.

## Eine Modification eines Scheiner'schen Versuches.

*a)* Um mit Bequemlichkeit das Scheiner'sche Doppelloch mit verschiedenfarbigen Gläsern zu bedecken und die durch diese Modification ermöglichten Erscheinungen zu beobachten, habe ich mir folgenden einfachen Apparat construiren lassen. Vgl. Fig. 8. Es ist eine geschwärzte Messingplatte, in welcher sich eine quer ovale

[1]) Ich glaube bezweifeln zu müssen, dass Herrn Ruete die erste Abtheilung meiner „Physiologischen Studien“ erst nach der Vollendung seines Werkes zugekommen ist, doch wage ich nicht, dies mit Bestimmtheit auszusprechen.

Digitized by Google

Öffnung befindet, an dem Holzstiele S befestigt. An dieser Platte sind 2 um die Punkte *A* und *B* drehbare Scheiben in der Art befestigt, dass sie sich über der Mitte der querovalen Öffnung berühren. Jede der Scheiben trägt knapp an der Peripherie 7 runde Öffnungen (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6), in welchen Gläschen von rother, oranger, gelber, grüner, blauer und violeter Farbe eingesetzt sind. Die Öffnung mit dem Zeichen 0 ist leer gelassen. Die abnehmbare Spange *D* trägt in ihrem Ringe das in ein Stückchen Zinnfolio (Staniol) eingestochene Doppelloch, welches so über die beiden eingestellten Öffnungen zu liegen kommt, dass jedes Loch von einem anderen farbigen Gläschen verlegt wird. Hält man den Apparat knapp vor ein Auge und blickt nach dem gleichmässig umwölkten Himmel, so sieht man zwei gefärbte Kreise, welche in der Mitte über einander greifen und in diesem „Interferenzfelde" eine eigenthümliche Mischfarbe erzeugen.

Man kann leicht durch Drehen der die farbigen Gläschen tragenden Scheiben alle möglichen Combinationen der verschiedenen Farben einstellen, so dass dieser Apparat sehr gut zur Untersuchung der Farbenmischung in einem Auge und subjectiver Farbenerscheinungen u. s. w. gebraucht werden kann.

*b)* Stellt man den Apparat so ein, dass das eine Loch über die Öffnung 1, 2, 3, 4, 5 oder 6, das andere hingegen über die Öffnung 0 zu liegen kommt, so fällt durch das erstere farbiges, durch das letztere weisses Licht ins Auge. Das Interferenzfeld wird dann von weissem und farbigem Lichte zu gleicher Zeit bestrahlt. Unter diesen Umständen erscheinen die Netzhautstellen, welche nur von weissem Lichte getroffen werden, wie ich bereits in §. 6 mitgetheilt habe, nicht rein weiss, sondern complementär gefärbt zu der Farbe des angewendeten Glases, vgl. Fig. 9. Daher ist sowohl die ganze kreisförmige Fläche, welche dem das weisse Licht durchlassende Löchelchen entspricht, bis auf das Interferenzfeld, das mit einem Hauch der Farbe des angewendeten Gläschens überzogen ist, complementär dazu gefärbt, als auch jede Stelle des Interferenzfeldes, an welcher ein durch das gefärbte Löchelchen einfallender Schatten die gefärbten Strahlen eliminirt und die weissen allein zurückbleiben.

Das letztere findet Statt, wenn man eine Nadel, welche sich diesseits oder jenseits des Accommodationspunktes befindet, gegen einen hellen Hintergrund, am besten gegen den umwölkten Himmel gehalten, betrachtet. Die Nadel wirft dann durch jedes Löchelchen

Digitized by Google

ein Schattenbild auf das Interferenzfeld. Das eine Schattenbild hebt die farbigen, das andere die weissen Strahlen an den getroffenen Netzhautstellen auf, welche daher im ersten Falle nur durch die weissen, im zweiten nur durch die farbigen Strahlen erregt werden, so dass das eine Bild der Nadel in der Farbe des angewendeten Gläschens, das andere hingegen complementär gefärbt erscheint.

Diese subjectiv auftretenden complementären Färbungen finden durch das Princip des Contrastes ihre ungezwungene Erklärung, welche Brücke[1]) mit gewohnter Klarheit folgendermassen ausgeführt hat:

„Wenn sich nun gleich in der physicalischen Theorie der Far„ben durchaus kein Anhaltspunkt findet, um die Complementärfarben „an und für sich als Gegensätze zu betrachten, so ist es doch auf der „anderen Seite unzweifelhaft, dass sie für die subjective Anschauung „Gegensätze bilden, in dem sie sich neben oder nach einander „empfunden verstärken; wenn aber ihre Eindrücke im Sensorium „einander decken, sich gegenseitig zerstören, und es lässt sich leicht „die Mechanik aufdecken, durch welche uns eine Farbe so afficiren „kann, dass wir ihren Gegensatz, ihr Complement zu sehen glauben, „wenn dasselbe weder objectiv, noch als Erregungszustand in den „peripherischen Theilen unserer Sehnerven-Elemente existirt. Wenn „wir angeben, dass überhaupt irgend eine Farbe vorhanden sei, so „sagen wir damit, dass die Lichtwellensysteme verschiedener „Schwingungsdauer nicht in solchen Amplituden mit einander com„binirt sind, dass sie sich unter einander zu Weiss oder Grau neutra„lisiren. Unser ganzes Urtheil über Farben muss also wesentlich von „der Vorstellung abhängen, welche wir vom neutralen Grau oder, „wenn es sich um höhere Lichtintensitäten handelt vom reinen Weiss „haben. Wenn das Gedächtniss in unseren Sinnen ein absolutes und „mithin die Vorstellung vom Weiss in uns eine unwandelbare wäre, „so würden wir auch immer richtig über die Farben urtheilen, d. h. „wir würden Grün für grün, Roth für roth etc. erklären. Dem ist „aber nicht so; vermöge der Unvollkommenheit unseres sinnlichen „Gedächtnisses nennen wir zu verschiedenen Zeiten Dinge weiss, „welche sich neben einander als höchst verschiedenfarbig erweisen.

---

[1]) Brücke: „Untersuchungen über subjective Farben. Denksch. d. math.-naturw. Classe d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Bd. III, 1851.

Digitized by Google

„Wären wir nun disponirt, ein Licht weiss zu nennen, welches z. B. „einen Überschuss an Grün enthält, so würden wir zu derselben Zeit „das reine Weiss für roth erklären, und wiederum ein andermal „könnten wir dieses selbe reine Weiss für grün erklären, wenn wir „disponirt wären, ein Licht mit einem Überschusse an rothen Strah- „len für weiss zu halten.

„Es ist nun hinreichend bekannt, dass wenn wir plötzlich eine „grosse Menge farbigen Lichtes auf unsere Augen wirken lassen, z. B. „wenn wir durch ein färbiges Gläschen sehen, die Farbe desselben „im ersten Augenblicke mit der vollen Energie auf uns wirkt, diese „aber von Moment zu Moment abnimmt und zwar in solchem Masse, „dass Leute, welche eine farbige Brille tragen, oft nachdem sie die- „selbe kurze Zeit vor den Augen gehabt haben, sich nicht mehr „deutlich bewusst sind, dass sie die Gegenstände in anderen als in „den natürlichen Farben sehen. In demselben Masse aber, in dem „für uns die Energie des Farbeneindruckes verloren geht, muss „offenbar auch unsere Vorstellung vom Weiss verändert werden, und „wir werden desshalb unmittelbar disponirt, das reine Weiss oder „das neutrale Grau, für complementär gefärbt zu halten, ja wenn „die Verschiebung unserer Vorstellung von Weiss bedeutend ist, so „kann uns sogar ein gefärbter Gegenstand in der zu seiner wahren „Farbe complementären erscheinen. Denke ich mir z. B. ich sehe „durch ein rein grünes Glas und die Energie des Eindruckes dieser „Farbe sei schon so gesunken, dass ich gemischtes Licht mit einem „beträchtlichen Überschuss von Grün schon für weiss erklären würde, „so müsste ich offenbar ein anderes gemischtes Licht, in dem ein „geringerer Überschuss von Grün vorhanden wäre, schon für roth „erklären, obgleich ich im Normalzustande meiner Empfindungen „keinen Augenblick angestanden haben würde, es grün zu nennen. „Auf diese Weise glaube ich, erklären sich am ungezwungensten die „oben angeführten Beobachtungen.“

Beiläufig erlaube ich mir hier darauf aufmerksam zu machen, dass Brücke durch die citirte Auseinandersetzung eine höchst interessante Analogie zwischen den Gesichtsempfindungen und den Wärme- und Kälteempfindungen, welche, wie E. H. Weber gezeigt hat, ebenfalls nach einem subjectiven, veränderlichen Massstabe beurtheilt werden, aufgedeckt hat. Je nachdem der Nullpunkt unseres subjectiven Thermometers in der einen oder der anderen Richtung

Digitized by Google

verschoben ist, erklären wir bekanntlich eine und dieselbe objective Temperatur bald für warm, bald für kalt u. s. w. Ich möchte behaupten, dass man unter den Thätigkeitserscheinungen der übrigen Sinne ebenfalls analoge Verhältnisse finden würde, wenn man unter den Geruchs-, Geschmacks- und Gehörs-Empfindungen solche subjective Gegensätze oder Complemente, wie unter den Empfindungen des Temperatur- und Gesichtssinnes entdecken könnte. Für das Gehör findet sich im Reiche der musikalischen Töne nichts destoweniger, wie ich glaube, eine entfernte Analogie.

Es ist nämlich bekannt genug, dass derselbe Ton, derselbe Accord bald einen angenehmen harmonischen, bald einen unangenehmen disharmonischen Eindruck macht. Spielt oder singt man z. B. die *G-dur* Tonleiter, so ist man genöthigt die siebente Stufe von *f* auf *fis* zu erhöhen, weil unserem Gehör die Tonfolge *efg* in der diatonischen *G-dur* Tonleiter wiederstrebt. Dieselbe Tonfolge *efg* befriedigt uns aber vollständig, wenn wir die Tonleiter statt mit *G* mit *C* beginnen, ja, nachdem wir die *C-dur* Tonleiter gespielt oder gesungen haben, können wir auch die Octave von *G* bis *g* hören lassen und *f* statt *fis* intoniren, ohne dass unser Gehör den geringsten Anstoss daran nimmt. Die musikalische Geltung eines Tones oder Accordes wird eben nach den Grundton oder der *Tonica* beurtheilt, desshalb ändert sich jene Geltung für dieselben objectiven Töne und deren melodische oder harmonische Combinationen, je nachdem die subjective Auffassung diesen oder jenen Ton als Grundton festhält. —

Das eine der im Interferenzfelde entstehenden complementär zu einander gefärbten Doppelbilder einer Nadel (vergl. oben sub *b*) gehört unter die Erscheinungen der farbigen Schatten, welche man gewöhnlich auf andere Weise hervorzurufen pflegt. Unter den Bedingungen meines oben angeführten Versuchs tritt die subjective Färbung des Schattens mit grösster Reinheit und Intensität hervor, so dass sich der angegebene Versuch vor den anderen Arten, farbige Schatten zu erregen, zur Demonstration besonders empfiehlt.

Was die Erscheinung selbst angeht, so können wir uns die Frage stellen: „ob der Farbe des Schattens wirklich der Erregungs-„zustand der betreffenden Netzhautstelle entspreche oder nicht" und werden dieselbe mutatis mutandis mit Brücke (a. a. O.) folgendermassen erörtern: „Betrachte ich den rothen Schlagschatten, „welchen ein Körper hinter einer grünen Glastafel auf einen weissen



Digitized by Google

„Grund wirft, so ist sicher, dass das dem Schatten entsprechende „Netzhautfeld nicht von rothem sondern nur von neutralem (weissem, „grauem) Lichte erregt wird. Ich kann auch nicht annehmen, dass „das grüne Licht auf diesem Netzhauttheile roth inducirt; denn Grün „inducirt, wie wir oben gesehen haben, nicht die ihm complemen- „täre, sondern die ihm gleiche Farbe. Man kann also nur annehmen, „entweder, dass der Erregungszustand jenes Netzhautfeldes der „Wirkung des neutralen Lichtes entspricht, und nur die durch das „grüne Licht in unserem Sensorium hervorgebrachte Verstimmung „bewirkt, dass wir ihn als Roth empfinden, oder dass das grüne „Licht die Netzhaut so verändert, dass die von ihm nicht getroffenen „Stellen von neutralem Licht in einen Erregungszustand versetzt „werden, der dem Roth entspricht. Da wir aber oben gesehen haben, „dass wir in Fällen, in welchen der Erregungszustand eines Netzhaut- „feldes sicher nur dem Grau oder gar dem Graugrün entspricht, ledig- „lich durch die Verstimmung unseres Sensoriums Roth empfanden, so „würde die letztere der beiden Annahmen eine unnöthige und durch „nichts gerechtfertigte Hypothese sein. Dasselbe, was über die „rothen Schatten im grünen Lichte gesagt ist, gilt von den gelben „Schatten im violeten Lichte. Bei den grünen Schatten im rothen „Lichte kann man allerdings darauf rechnen, dass das Roth auf „dem dem Schatten entsprechenden Theile der Netzhaut das ihm „complementäre Grün inducire, aber man darf dies nicht auf „andere Farben übertragen, ehe man sich auf die oben von mir „beschriebene Weise überzeugt hat, dass sie wirklich im Stande „sind, ihre Complementärfarben zu induciren."

Anmerkung. Nachdem ich bereits diese Zusätze zu den §§. der 1. Abtheilung vollendet hatte, kamen mir die Verhandlungen der naturf. Gesellsch. in Basel 1854, I. Heft in die Hände, worin sich ein interessanter Aufsatz von Fr. Burckhardt: „Über Binocularsehen" (pag. 123) findet. Ich habe für jetzt weder Zeit noch Raum, um genauer auf diese Arbeit eingehen zu können und muss mich darauf beschränken zu bemerken, dass Burckhardt auf ähnliche Versuche „über den Zusammenhang zwischen Accommodation und Augenstellung" gekommen ist, wie ich, dass wir aber nichts destoweniger in manchen Punkten nicht unbedeutend von einander abweichen.

Digitized by Google

## II.

## Ein neuer Beitrag zur Physiologie des Gesichtssinnes.

### §. 7. Das Stereophoroskop.

Bei der gewöhnlichen Einrichtung des Phorolyts oder Phoroskops, welches unter dem Namen der Stampfer'schen „Wunderscheibe" oder der „lebenden Bilder" in weiteren Kreisen bekannt ist, kann man streng genommen nur solche Bewegungen darstellen, die in einer Ebene und zwar in der Bildebene geschehen. Es erschien mir wünschenswerth, das Phorolyt so einzurichten, dass man in den Stand gesetzt würde, auch solche Bewegungen vorzutäuschen, welche in der Dimension der Tiefe zu geschehen scheinen.

Diese Absicht habe ich schon vor längerer Zeit auf einem doppelten Wege erreicht: *a)* einmal indem ich einfach statt ebener Bilder, körperliche Gegenstände als Gesichtsobjecte gebrauchte; *b)* das andere Mal, indem ich das Phorolyt mit dem Stereoskop verband und statt einfacher Bilder stereoskopische Doppelbilder anwendete.

In neuester Zeit hat man sich auch in Paris bemüht, eine combinirte Wirkung des Phorolyts und des Stereoskops zu erzielen. Was ich jedoch von diesen Bemühungen durch Pariser Freunde erfahren habe, kann mich um so weniger bestimmen, meine eigenen einschlägigen Versuche der Öffentlichkeit vorzuenthalten, als ich die Nachrichten über die Pariser Bestrebungen erst erhielt, nachdem ich meine Gedanken bereits ausgeführt hatte, und die ersteren nur dahin zu zielen scheinen, Bewegungen plastisch erscheinender Figuren, nicht aber Bewegungen in der Dimension der Tiefe darzustellen.

*a)* Bei der Anwendung körperlicher Gegenstände genügt die gewöhnliche Einrichtung des Phorolyts zur Darstellung der Bewegungen in der dritten Dimension des Raumes; denn um die Illusion einer Bewegung hervorzurufen, welche senkrecht zur Gesichtsfläche des Beobachters stattfindet, habe ich mich ganz einfach einer Anzahl Stecknadeln von gleicher Form und Grösse bedient. Ich stach nämlich jeder Spalte der Durchsichtsscheibe gegenüber je eine Nadel senkrecht in die Pappscheibe, welche sonst die Bilder zu tragen pflegt, ein, und ordnete dieselben so, dass die erste Nadel nur mit



Digitized by Google

dem Knopfe, die anderen aber in stätiger Reihe immer länger und länger hervorstanden und die letzte Nadel nur noch mit der Spitze — so weit als zu ihrer Befestigung erforderlich schien — in der Pappscheibe stack.

Betrachtete man nun die in angegebener Weise mit Nadeln besteckte Scheibe, während dieselbe mässig rasch um ihre Axe gedreht wurde, in gewohnter Art durch die Durchsichtsscheibe hindurch, so schien es, als ob jede Nadel durch eine unsichtbare Hand in senkrechter Richtung zur Antlitzfläche des Beobachters vor- und zurückgeschoben würde, wobei das Knopfende der Nadel gewöhnlich in ein mehr oder weniger tief gespaltenes Doppelbild zerfuhr. Der ganze Effect — obschon erwartet und vorausgesehen — überraschte doch, denn die Illusion war vollständig, und kaum von Wirklichkeit zu unterscheiden — es sei denn durch die Geräuschlosigkeit und Gleichmässigkeit der Bewegungen. Die Fülle der möglichen Modificationen und Verschönerungen dieses Grundversuches — durch welchen jedermann sein gewöhnliches Phorolyt auf die einfachste Weise in ein Stereophorolyt verwandeln kann — ist geradezu unendlich.

*b)* Die Einrichtung eines Stereophorolyts, bei welchem stereoskopische Doppelbilder in Anwendung kommen sollen, wird offenbar je nach der Art des Stereoskops, das man mit dem Phorolyt combiniren will, verschieden ausfallen müssen. Mir schien es am einfachsten, das bekannte Linsen-Stereoskop zu dem fraglichen Zwecke zu wählen, für welches beide Bilder auf einen und denselben Pappestreifen neben einander geklebt werden. Diese Pappestreifen, von denen jeder je zwei correspondirende Bilder trägt, befestige ich in gehöriger Reihenfolge an die Seitenflächen eines mehrseitigen, um eine horizontale Axe drehbaren Prisma's (vgl. Fig. 26, P). Zur Vollendung des Apparates ist nur noch ein der Durchsichtsscheibe des gewöhnlichen Phorolyts analoger Theil erforderlich. Er besteht bei meiner Vorrichtung in einem aus viereckigen Pappendeckelstücken zusammengesetzten Gürtel (G). Jeder Seite des die Bilder tragenden Prisma's ist in der Entfernung von einigen Zollen je ein Pappendeckelstück des Gürtels, der somit eben so viele Kanten und Flächen zählt als das Prisma, parallel gegenüber durch feine Stäbchen angebracht und befestigt. In der Mitte jedes dieser Pappendeckelstücke befindet sich eine mehre Linien breite, der Axe des Prisma's parallele Spalte (S), durch welche hindurch das stereoskopische

Digitized by Google

Doppelbild der entsprechenden Seite des Prisma's bequem übersehen werden kann (vgl. Fig. 26).

Befestigt man nun noch den die Linsen enthaltenden Theil eines Stereoskopes in passender Entfernung von und in richtiger Stellung zu den stereoskopischen Bildern, so versteht es sich von selbst, dass, wenn das Prisma sammt dem die Spalten enthaltenden Gürtel in Rotation versetzt wird, sämmtliche Bilder in geordneter Reihenfolge das Gesichtsfeld passiren und den berechneten Effect hervorbringen müssen. Der geübte Beobachter kann das Stereoskop übrigens ganz entbehren und durch die passende Stellung der Augenaxen vollkommen ersetzen.

Das Schwierigste bei der ganzen Sache ist das Entwerfen richtiger und brauchbarer stereoskopischer Bilder — doch kann man auch hierzu, wie überhaupt für das Stereoskop, die Photographie mit Vortheil benützen. Man lässt sich nämlich, statt, wie ich es behufs der Vorversuche gethan habe, mühsam die Bilder zu construiren, körperliche Relief- oder Hohl-Modelle, z. B. eine Reihe von Pyramiden von gleicher Basis, aber stätig wachsender Höhe, anfertigen und in Form stereoskopischer Doppelbilder photographiren. So viel sich a priori schliessen lässt und ich nach meinen Versuchen bestätigen kann, zu welchen freilich keine Photographien, sondern nur selbstverfertigte Constructionen, die nicht den höchsten erreichbaren Grad von Vollkommenheit besassen, verwendet wurden; so muss die erzielte Täuschung darin bestehen, dass (um bei dem gewählten Beispiele zu bleiben) man eine Pyramide zu sehen glaubt, welche in senkrechter Richtung zur Gesichtsfläche des Beobachters emporwächst oder zusammenschrumpft u. s. w.

Noch muss ich den Umstand hervorheben, dass bei beiden Arten des Stereophorolyts (sub *a* und sub *b*) immer Doppelbilder der nächsten oder entferntesten Punkte auftreten, sobald die Grenzunterschiede der stereometrischen Verhältnisse bedeutend sind und der Apparat rasch gedreht wird. Dies ist eine ganz nothwendige Erscheinung, welche die Illusion im Ganzen nicht beeinträchtigen kann, da sie in der Natur der Sache begründet ist.

Da man in Paris so bedeutende Fortschritte in der Photographie gemacht hat und in allen ähnlichen Dingen so viel Geschmack und Geschick entwickelt, so wäre es nur zu wünschen, dass die weitere praktische Ausführung dieser gegenwärtig wohl viele erfinderische

Digitized by Google

Köpfe bewegenden Ideen dort in Angriff genommen würden — obschon für theoretische Zwecke die vorliegenden Mittheilungen genügen und ausreichen dürften.

---

## III.

## Beiträge zur Physiologie des Tastsinnes.

### §. 8. Vergleichende Beobachtungen über die Feinheit des Raumsinnes der Haut bei Kindern und bei Erwachsenen.

Harting [1]) hat die interessante Entdeckung gemacht, dass die Zunahme des Durchmessers der Nervenstämme während des Wachsthums nicht durch die Vermehrung der Anzahl der Primitivfibrillen, sondern durch die Verdickung des Neurilems einerseits und der bereits vorhandenen Primitivfibrillen andererseits bedingt werde. Harting sagt (a. a. O. pag. 74):

„4. Les moyennes générales des nombres de tubes primitifs „composant les nerfs sont:

| | Nerf median | Nerf crural |
|---|---|---|
| „Foetus . . . . . | 21,432 | 28,500 |
| „Enfant nouveau né . . . . | 20,906 | 37,297 |
| „Homme adulte . . . . . | 22,560 | 35,416 |

„Quoique les chiffres rapportés dans la table dénotent, que le „nombre des tubes primitifs d'un nerf est loin d'être fixe, mais qu'il „varie au contraire beaucoup chez les différents individus, il résulte „cependant des moyennes, que cette différence ne tient pas à l'âge, „mais que l'enfant nouveau né possède le même nombre de tubes „primitifs que l'homme adulte. En combinant les moyennes on trouve „pour la somme totale des tubes primitifs contenus dans les deux „nerfs chez:

„l'enfant . . . . . 58,203
„l'homme adulte . . . . . 57,976

„Chez le foetus le nombre est déjà si grand, qu'il paraît, qu'au „moins dans le nerf median, le nombre est complet, tandis que celui „trouvé pour le nerf crural n'est pas beaucoup au dessous de la moy„enne, et surpasse même en un cas celui trouvé pour un des adultes.

---

[1]) Harting: Recherches micrométriques. Utrecht 1854.

Digitized by Google

„À la vérité, je n'ai pu tenir compte ici du neurilème, comme je l'ai „déjà indiqué, mais la quantité en était si petite, qu'elle ne saurait „influer beaucoup sur le résultat. On peut donc admettre, qu'à la „fin du quatrième mois le nombre des tubes nerveux „est à-peu-près complet, ce qui n'a lieu pour aucun „des éléments, qui constituent les autres tissus exa„minés, et semble fournir une preuve nouvelle de la haute impor„tance du tissu nerveaux, pour faire parvenir les autres tissus à leur „plein développement."

*a)* Der Mensch besitzt also als Erwachsener dieselbe absolute Menge von peripherischen Nervenfibrillen, welche er als Kind besessen hat. Dieser Satz gilt mit Sicherheit für die cerebrospinalen Nerven — somit auch für die Tastnerven der Haut; denn obgleich Harting's genaue Messungen sich nur auf den *N. medianus* und *N. cruralis* beziehen, so hat man doch nicht den geringsten Grund, die Allgemeingiltigkeit dieses Satzes für sämmtliche peripherische Nerven des cerebrospinalen Systems zu bezweifeln. Von den Nerven des sympathischen Systems haben wir hier nicht zu handeln.

*b)* Die quadratische Ausdehnung der Haut, in welcher die Tastnerven ihre peripherische Endverbreitung haben, ist bei Erwachsenen ungleich grösser, als bei Kindern. Ein Satz, dessen Richtigkeit wohl von selbst einleuchtet und nicht erst durch Messungen bewiesen zu werden braucht. Diese beiden Prämissen (sub *a* und sub *b*) führen nun zu dem Schlusse, dass bei Kindern die relative Menge der Tastnervenfasern im Allgemeinen grösser sein müsse, als bei Erwachsenen. Unter der relativen Menge der Tastnervenfasern haben wir bekanntlich jene Anzahl von Fasern zu verstehen, welche sich auf einer als Masseinheit angenommenen Fläche, z. B. auf einer Quadratlinie verbreiten. Bei Kindern kommen also auf eine Quadratlinie Haut mehr Fibrillen, als bei Erwachsenen.

Die von einer elementaren Nervenfaser versorgte Hautfläche hat E. H. Weber bekanntlich einen Empfindungskreis genannt. Demnach kann man im Allgemeinen behaupten, dass Kinder auf einem gleich grossen Hautstücke mehr und kleinere Empfindungskreise als Erwachsene besitzen werden. Da nun nach Weber's bekannten Untersuchungen über den Tast-

Digitized by Google

sinn, die Feinheit des Raumsinnes der Haut mit dem Durchmesser der Empfindungskreise in umgekehrtem Verhältnisse steht, so folgere ich, dass Kinder im Allgemeinen einen feineren Raumsinn der Haut besitzen müssen als Erwachsene.

Dieser Satz hat sich durch meine vergleichenden Messungen als richtig herausgestellt. Ohne directe Beweise wäre derselbe wohl sehr wahrscheinlich gewesen, aber doch immer problematisch geblieben, da man den Einfluss der Erziehung und Entwickelung des Sinnes und des Verstandes einerseits, und der möglicherweise im Verlaufe des Wachsthums eintretenden Veränderungen in der Anordnung des Tastnervensystems und des Tastorgans andererseits, nicht a priori berechnen kann.

Genau genommen, beziehen sich alle die Folgerungen, welche ich soeben entwickelt habe, auf die Wachsthumsstufen und Altersperioden eines und desselben Individuums; allein abgesehen von individuellen Verschiedenheiten der Freiheitsgrade des Raumsinnes der Haut, können meine Folgerungen und Messungen füglich als entsprechend gewissen allgemeinen und normalen Verhältnissen zwischen Kindern und Erwachsenen, gelten, da alle Erwachsenen offenbar einst Kinder gewesen sind und die Kinder zum grossen Theil zu Erwachsenen werden. Freilich weichen Erwachsene unter sich und Kinder gleicher Wachsthumsstufe unter sich in den individuellen Feinheitsgraden des Raumsinnes der Haut, selbst unter übrigens möglichst ähnlichen Umständen, nicht unbeträchtlich von einander ab, allein nichts destoweniger kann man, wie mir scheint, nach Wiederholung der Messungen an vielen Individuen eine massgebende Vergleichung der gewonnenen Resultate schon wagen.

Ich habe diesen Punkt berührt, um gleich von vornherein einem Einwand zu begegnen, welchen man, ohne gründliche Überlegung, gegen die Beweiskraft meiner später mitzutheilenden Messungen an Kindern erheben könnte. Man könnte nämlich die durch diese Messungen wirklich nachgewiesene grössere Feinheit des Raumsinnes bei Kindern einfach auf die Verschiedenheit individueller Feinheitsgrade des Raumsinnes der untersuchten Kinder und des zum Vergleich dienenden Erwachsenen schieben wollen. Das eben Gesagte und die sich später ergebende Übereinstimmung der allgemeinen Messungsresultate, welche an verschiedenen Kindern gewonnen

Digitized by Google

wurden, zeigen jedoch wie unwahrscheinlich und unstatthaft es wäre anzunehmen, dass ich zufällig auf eine Zahl Kinder gestossen sei, die sämmtlich einen so ungewöhnlich feinen Raumsinn besassen, dass nur aus diesem Grunde die Vergleichung der an ihnen gewonnenen Messungsresultate mit jenen, welche Weber für einen Erwachsenen erhielt, zu ihren Gunsten hätte ausschlagen müssen.

Eben so unstatthaft wäre es, zu vermuthen, dass Weber's Messungen an der von mir nachgewiesenen Differenz Schuld seien, indem sie vielleicht zufällig an einem ausnahmsweise stumpffühlenden Individuum angestellt sein könnten. Wohl lässt sich aber nicht leugnen, dass die absolute Grösse der gefundenen Differenz den zufälligen, individuellen Verhältnissen der untersuchten und verglichenen Personen zuzuschreiben sei.

Ich habe oben den Satz ausgesprochen, dass sich bei Kindern auf einem Hautstücke von gleicher Ausdehnung mehr Nervenenden und Empfindungskreise finden müssen, als bei Erwachsenen. Damit war jedoch nicht etwa gemeint, dass die Vergleichung jeder beliebigen Hautstücke, auch wenn sie ganz verschiedenen Regionen des Körpers angehören, einen grösseren Reichthum an Nervenenden und Empfindungskreisen für das Hautstück des Kindes ergeben müsste, als für das des Erwachsenen; denn die Volarfläche der letzten Fingerglieder jedes Erwachsenen z. B. hat auf einer Quadratlinie unbedingt mehr Nervenenden und Empfindungskreise, und somit auch einen feineren Raumsinn, als die Rückenhaut eines Kindes.

Man darf hierbei nämlich nicht vergessen, dass die Feinheit des Raumsinnes, wie E. H. Weber zuerst nachgewiesen hat, in den verschiedenen Regionen der Haut eines und desselben Individuums sehr ungleich entwickelt und nach einem besonderen Gesetze vertheilt ist. Der absolute Feinheitsgrad des Raumsinnes einer bestimmten Hautregion bei verschiedenen Individuen scheint sogar weit mehr individuellen Schwankungen unterworfen zu sein, als der relative Feinheitsgrad des Raumsinnes zweier bestimmten Hautregionen. *(Allen Thomson.)* Zur Vegleichung der Verhältnisse des Raumsinnes bei Kindern und Erwachsenen müssen wir demnach immer Hautstücke derselben Region des Körpers wählen.

Bei Kindern gelten gewiss ähnliche Gesetze für die Abstufungen des Raumsinnes in den verschiedenen Hautregionen, wie bei Erwachsenen. Ich sage absichtlich ähnliche und nicht gleiche

Digitized by Google

Gesetze, weil kaum anzunehmen ist, dass die Haut der Kinder, während des Wachsthums, an allen Punkten zugleich und in gleichem Masse an quadratischer Ausdehnung zunehmen sollte. Schon die verschiedenen Proportionsverhältnisse der Körpertheile bei Kindern und bei Erwachsenen weisen mit aller Bestimmtheit darauf hin, dass das Wachsthum der Haut nach der Fläche in verschiedenen Regionen des Körpers verschieden sein müsse. So z. B. wachsen Arme und Beine mehr in der Länge als im Umfange, die Haut muss daher auch an diesen Gliedern eine grössere Ausdehnung in der Länge als in der Breite erreichen. Hiermit stimmt und hieraus erklärt sich zum Theil die Beobachtung Weber's, dass der Raumsinn an Armen und Beinen der Quere nach bedeutend feiner ist, als der Länge nach [1]). Demnach werden wir für die Haut der Kinder nicht genau dieselbe Vertheilung der verschiedenen Feinheitsgrade des Raumsinnes erwarten dürfen, wie bei den Erwachsenen.

In diesen relativen Wachsthumsverhältnissen der Haut nach der Fläche glaube ich ein neues, wesentliches Moment aufgedeckt zu haben, welches neben gewissen, noch unbekannten Verhältnissen der Centralorgane und den ursprünglich angelegten, für verschiedene Hautregionen bestimmten verschiedenen Mengen von Nervenfibrillen und Empfindungskreisen, den betreffenden absoluten und relativen Feinheitsgrad des Raumsinnes einer Hautregion bedingen hilft. Von den subjectiven Momenten der Aufmerksamkeit und Übung wollen wir hier vorläufig ganz absehen.

Die im Allgemeinen übereinstimmende Vertheilung der Feinheitsgrade des Raumsinnes in der Haut bei Kindern und Erwachsenen, welche meine weiter unten mitgetheilte vergleichende Tabelle ausweist, kommt auf Rechnung des gemeinsamen Organisationsplanes der Centralorgane und der peripherischen Nervenvertheilung, während die Verschiedenheiten der numerischen, speciellen Verhältnisse

---

[1]) Diese Ansicht wird durch die Beobachtung gestützt, dass die Differenz der Abstände der Zirkelspitzen in der Quer- und Längsrichtung bei Erwachsenen grösser ist als bei Kindern. Weber sagt: „Ein Abstand der berührenden Zirkelspitzen von 16‴ bis 18‴ war an der Mitte des Oberarms erforderlich, wenn dieselben in querer Richtung, ein Abstand von 30‴ und bisweilen noch mehr war nöthig, wenn sie der Länge nach lagen.“ Für die Mitte des Unterarms fand Weber 14‴ und 21‴. Ich bestimmte die Differenz der Abstände bei einem 12jährigen Knaben im ersten Falle auf 17‴—12‴, im zweiten Falle aber auf 10‴—9‴.

Digitized by Google

des Feinheitsgrades homologer Hautregionen bei Kindern und Erwachsenen auf die individuellen Abweichungen in der Anordnung und Menge der Nervenfibrillen und auf die Differenzen der specifischen Wachsthumsgrösse der Hautstücke zu schieben sein werden.

Ehe ich meine vergleichenden Tabellen mittheile, erlaube ich mir nur noch über deren Anfertigung und über die Weber'schen Messungsmethoden Einiges zu bemerken.

Meinen Tabellen habe ich E. H. Weber's bekannte Tabelle über die Feinheit des Raumsinnes zu Grunde gelegt. Ich füllte einfach die von Weber aufgestellten Rubriken (vgl. Tabelle I) mit den bei Kindern gefundenen Werthen des kleinsten Abstandes der Zirkelspitzen aus, so zwar, dass meine Tabellen eine leichte und vollständige Vergleichung mit Weber's Tabelle zulassen, wenngleich ich nach Wiener Linien gemessen habe, Weber aber nach Pariser Linien. Denn da nach Hannover's „Tableau micrométrique" 1 P. L. = 1·027643 W. L. ist, kann die Verschiedenheit der Masse ohne das geringste Bedenken vernachlässigt werden. Die zweite Tabelle enthält die Verhältnisszahlen, welche man bei einer Vergleichung der Feinheitsgrade des Raumsinnes je zweier verschiedener Hautstellen bekommt. Es ist eine sogenannte „table à double entrée." Die verschiedenen Hautstellen sind, wie in der ersten Tabelle ersichtlich ist, der Kürze wegen mit Buchstaben bezeichnet. Will man z. B. erfahren, wie viel Mal stumpfer der Raumsinn auf dem unteren Theile der Stirne entwickelt ist als auf der Nasenspitze, so hat man nur auf der ersten Tabelle die beiden Buchstaben zu suchen, welche die zu vergleichenden Hautstellen bezeichnen, und auf der zweiten Tabelle in der schrägen und wagerechten Buchstabenreihe wieder aufzufinden, um sogleich die gesuchte Verhältnisszahl zu erhalten.

Die Verhältnisszahlen sind so berechnet, dass sich die Buchstaben der schrägen Reihe — oder vielmehr die Feinheit des Raumsinnes der durch dieselben bezeichneten Hautstellen — zu jenen der wagerechten Reihe verhalten wie $1 : x$. Der Kürze halber ist die Zahl 1 überall weggelassen. In jedem Viereck der zweiten Tabelle finden sich 5 mit den Buchstaben W, H, E, B und F bezeichnete Verhältnisszahlen. Die mit W bezeichnete Zahl bezieht sich auf die erste Columne der ersten Tabelle, welche am Kopfe auch den Buchstaben W trägt und Weber's Messungsresultate für einen Erwachsenen enthält.

Digitized by Google

Die mit H, E, B und F bezeichneten Zahlen gelten für die von mir untersuchten vier Knaben. Auf der ersten Tabelle finden sich auch vier mit diesen Buchstaben bezeichnete Columnen, welche die directen Messungsresultate, aus welchen jene Verhältnisszahlen berechnet wurden, enthalten.

Durch diese Anordnung glaube ich meinen Tabellen einen möglichst hohen Grad von Übersichtlichkeit und Brauchbarkeit gegeben zu haben. Schliesslich halte ich es nicht für überflüssig, die untersuchten vier Knaben mit ihren Namen zu nennen und ihr Alter, ihre Grösse und den Namen und Charakter ihrer Väter anzugeben, weil das Alter und die Grösse der Individuen für die Untersuchung von Bedeutung ist und die übrigen Angaben zur Herstellung der Identität der Person unentbehrlich sind, wenn nach einer Reihe von Jahren dieselben Individuen einer wiederholten Untersuchung, welche von grossem Interesse sein wird, sollten unterworfen werden. Folgende Zusammenstellung enthält die nöthigen Angaben und überdies das Buchstabenzeichen der Columne auf der Tabelle I und der Verhältnisszahl auf der Tabelle II, welche sich auf den betreffenden Knaben bezieht:

| In der Tabelle bezeichnet mit | Name des Knaben | Alter | Grösse | Name und Charakter des Vaters |
|---|---|---|---|---|
| H. | Hubert | 11 Jahr 9 Monat | 50 Z. W. | Herr Raphael Wessely, Gutsbesitzer in Böhmen. |
| F. | Friedrich | 12 Jahre | 51 Z. W. | Herr Karl B. Presl, † Prof. der Naturgeschichte an der Universität in Prag. |
| E. | Eugen | 11 Jahre | 51″ 6‴ | Herr Wilhelm Lippich, † Prof. der medicinischen Klinik an der Universität zu Wien. |
| B. | Bohuslav | 12 Jahre | 55‴ | Herr Vinzenz Jirusch, Dr. M. und praktischer Arzt in Prag. |

E. H. Weber's bekannte Methode, vermittelst eines Zirkels die Feinheit des Raumsinnes zu messen, welche ich ausschliesslich angewendet habe, ist viel bequemer und genauer, als desselben

Digitized by Google

Physiologen zweite Methode[1]), welche darin besteht, „dass man einen Menschen den Ort anzeigen lässt, wo man seine Haut berührt oder soeben berührt hat". Um Zufälligkeiten, welche das Resultat der Messung mitbedingen, möglichst zu eliminiren, ist man gezwungen, aus vielen Beobachtungen, die an demselben Individuum angestellt werden müssen, das Mittel zu ziehen. Einen dem Zufall unterworfenen, die Messung (mag dieselbe nach welcher Methode immer vorgenommen werden) wesentlich beeinflüssenden Umstand, welcher namentlich dann seine schädliche Wirkung äussert, wenn die gefundenen Abstände der Zirkelspitzen zur Berechnung der Verhältnisszahl zweier bezüglich des Feinheitsgrades des Raumsinnes zu vergleichenden Hautstücke dienen sollen, will ich näher erörtern, da derselbe meines Wissens noch nirgends hervorgehoben worden ist.

Das zur Untersuchung dienende Individuum hat bekanntlich, wenn man mit dem Zirkel misst, anzugeben, ob es die beiden gleichzeitig und mit gleicher Kraft auf die Haut drückenden Zirkelspitzen räumlich gesondert empfindet, oder ob die beiden Eindrücke zu Einem verschmelzen. Es gibt aber offenbar, wie bereits Weber bemerkt hat, keine haarscharfe Grenze zwischen einer räumlich einheitlichen Empfindung und der Wahrnehmung einer räumlich gesonderten Doppelempfindung.

Das untersuchte Individuum, namentlich wenn es in derlei subjectiven Bestimmungen nicht sehr geübt ist, wird nun zwar bei einiger Aufmerksamkeit immer mehr oder weniger sicher angeben können, ob es eine einfache oder eine Doppelempfindung habe [2]), allein es wird wohl kaum mit einiger Verlässlichkeit für zwei verschiedene Hautstellen jene Abstände der Zirkelspitzen zu bezeichnen im Stande sein, welche genau denselben Grad der Deutlichkeit der Doppelempfindung auf den zu vergleichenden Hautstellen bedingen. Für die richtige Vergleichung der Feinheitsgrade des Raumsinnes verschiedener Hautstellen ist aber das Vorhandensein dieser schwererfüllbaren Forderung eine unerlässlich

[1]) E. H. Weber: Über den Raumsinn. S. 89—90, in den Verhandlungen d. k. sächs. Gesellschaft d. Wissensch. in Leipzig. Math.-phys. Classe 1852.

[2]) Vor Täuschung bewahrt man sich, indem man den Beobachter bestimmen lässt, nicht nur ob er mit einer oder mit zwei Zirkelspitzen berührt wurde, sondern auch welche Richtung, die die Zirkelspitzen verbindende Gerade im Vergleiche zur Längsachse der Glieder und des Körpers haben. (Weber.)

Digitized by Google

nothwendige Bedingung. Die Benützung der Mittelwerthe aus zahlreichen Beobachtungen ist auch hier das einzige Auskunftsmittel.

Der eben erörterte und ein anderer ähnlicher Übelstand macht sich bei der Anwendung des zweiten Weber'schen Verfahrens, jedoch in noch weit höherem Grade geltend. Bei diesem Verfahren soll man mit einer kurzen Sonde den Punkt bezeichnen, welcher berührt wird oder soeben berührt wurde.

„Bestimmt man," sagt Weber, „mit einem Zirkel und Massstabe, wie weit der Beobachter von dem gesuchten Orte entfernt bleibt, wenn er demselben am nächsten zu sein glaubt, und nimmt aus vielen solchen Bestimmungen das Mittel, so wird man finden, dass er desto weiter von ihm entfernt bleibt, je unvollkommener der Raumsinn in dem Theile der Haut ist, an welchem der Versuch gemacht wird." Bei dieser Bestimmung spielt der Zufall eine so bedeutende Rolle, dass der Werth des ganzen Verfahrens zur Ermittelung der Feinheitsgrade des Raumsinnes in Frage gestellt wird.

Wenn die Entfernung von dem zuerst berührten Punkte, in welcher die suchende Sonde aufgesetzt wird, eine gewisse Grösse überschreitet, so fühlt man zwar leicht, dass die Sonde von dem Orte der ersten Berührung noch ziemlich weit entfernt ist und dass man sich demselben in einer gewissen Richtung noch mehr nähern könne. Dass bei der Bestimmung ein gewisser Grenzwerth nicht überschritten werden kann, hängt von dem Feinheitsgrade des Raumsinnes des betreffenden Hautstückes ab, und in so weit, aber auch nur in so weit steht eine Messung nach dem in Rede stehenden Verfahren in directer Beziehung zur Feinheit des Raumsinnes. Innerhalb eines bestimmten, jenem Grenzwerthe entsprechenden Bezirkes um die zuerst berührte Hautstelle herum, dessen Ausdehnung von dem vorhandenen Feinheitsgrade des Raumsinnes abhängt, wird man aber an jedem Punkte stille halten und ihn als denjenigen bezeichnen können, wo man dem gesuchten Orte am nächsten zu sein glaubt. Daher ist es rein dem Zufalle überlassen, bei welchem der Punkte jenes Bezirkes der Beobachter sein Suchen einstellt.

Man sieht leicht, dass fast alle nach diesem Verfahren gewonnenen bestimmten Werthe mehr oder weniger falsch und zwar zu klein ausfallen werden, denn es ist sehr unwahrscheinlich anzunehmen, dass die suchende Sonde selbst unter 1000 Beobachtungen auch nur ein Mal gerade auf der Grenze jenes Bezirkes, um dessen

Digitized by Google

Bestimmung es sich handelt, stehen geblieben sein wird. Hier hilft es auch nichts, das Mittel aus vielen Beobachtungen zu ziehen, da die Bestimmungen in überwiegender Zahl zu klein sind, das Mittel daher auch zu klein ausfallen muss. Bei dem Verfahren mit dem Zirkel ist die Bestimmung durch zwei Grenzwerthe, einen kleinsten und einen grössten beschränkt, während bei dem zweiten Verfahren nur der eine und zwar der grösste Grenzwerth nicht überschritten werden kann, indem es für dieses Verfahren gar keinen kleinsten Grenzwerth gibt. Der kleinste Grenzwerth ist hier = 0, wenn nämlich die suchende Sonde zufällig die zuerst berührte Hautstelle findet.

Dies rührt daher, dass der Doppeleindruck zweier einander zu sehr genäherten, gleichzeitig und gleichstark aufgedrückten Zirkelspitzen zu einer Empfindung zusammenfliesst, während der Eindruck, welchen die suchende Sonde macht, selbst dann noch eine gesonderte (wenn auch nicht räumlich bestimmte) Empfindung setzt, wenn die durch die Sonde berührte Hautstelle der anderen zuerst berührten Stelle so nahe liegt, dass bei gleichzeitiger Berührung dieser Hautstellen absolut keine Trennung der beiden Empfindungen mehr möglich wäre.

Aus dem Gesagten ergibt sich nun von selbst, dass das zweite Weber'sche Verfahren zur genaueren Bestimmung der Feinheit des Raumsinnes in der Haut nicht nur im Vergleiche mit dem ersten Verfahren, sondern auch an und für sich gänzlich unbrauchbar sei.

Dagegen könnte dieses Verfahren, wenn man es etwas modificirte, zur Untersuchung einer Frage brauchbar werden, welche Weber für den sogenannten „Drucksinn" beantwortet hat, nämlich: wie viel Zeit zwischen zwei auf einander folgenden Empfindungen verfliessen darf, um die letztere mit der ersteren noch mit einiger Sicherheit vergleichen zu können?

Weber[1]) sagt: „Ich habe bei verschiedenen Menschen Reihen von Experimenten darüber gemacht, in welchem Grade die Vergleichung zweier Empfindungen unvollkommener werde, wenn 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 und mehr Secunden vergehen, ehe die zweite Empfindung auf die erste folgt, mit der sie verglichen werden soll".

[1]) Handwörterb. d. Physiol. von R. Wagner. Art. „Tastsinn u. Gemeingefühl" S. 545.

Digitized by Google

„Bei manchen Menschen wurde die Vergleichung schon nach 10 Secunden sehr unvollkommen. Bei grösseren Gewichtsunterschieden kann mehr Zeit vergehen, ehe man verhindert wird, das schwerere Gewicht von dem leichteren zu unterscheiden.“

Für den „Raumsinn“ nun würde sich die Frage etwa so gestalten: wie viel Zeit darf zwischen zwei auf einander folgenden Berührungen verstreichen, wenn noch mit Sicherheit angegeben werden soll, ob zum zweiten Male derselbe oder ein anderer Hauptpunkt berührt worden ist. Die Stärke des ersten Eindruckes und die Grösse der Entfernung des das zweite Mal berührten Hautpunktes von dem zuerst berührten werden wohl, wie beim Drucksinn die Grösse des Gewichtsunterschiedes, in geradem Verhältnisse zur Länge der Zeit stehen, welche verfliessen darf, ohne die Möglichkeit des Erkennens der Identität oder Nicht-Identität der berührten Hautpunkte aufzuheben.

Ich lasse nun die Tabellen folgen:

**Tabelle I.**

| Buchstaben-zeichen | Theil der Haut | Abstand der Zirkelspitzen in | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Par. Lin. | Wiener Linien | | | |
| | | W. | H. | F. | E. | B. |
| A. | Zungenspitze[1]) ..... | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ |
| B. | Volarseite des letzten Fingergliedes ..... | 1 | $\frac{3}{4}$ | $\frac{3}{4}$ | $\frac{3}{4}$ | $\frac{3}{4}$ |
| C. | Rother Theil der Lippen..... | 2 | 1 | $\frac{3}{4}$ | 1 | 1 |
| D. | Volarseite des zweiten Fingergliedes ..... | 2 | $1\frac{1}{2}$ | $1\frac{1}{4}$ | $1\frac{1}{2}$ | $1\frac{1}{2}$ |
| E. | Dorsalseite des letzten Fingergliedes ..... | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| F. | Nasenspitze ..... | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| G. | Volarseite an den capit. oss. metacarpi..... | 3 | $2\frac{1}{2}$ | 2 | 2 | 2 |
| H. | Rücken der Zunge 1″ von der Spitze in der Mitte ....s.... | 4 | 3 | 3 | — | — |
| I. | Ebenda am Rande ..... | 4 | 3 | 3 | — | — |
| K. | Am nicht rothen Theil der Lippen | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| L. | Am Metacarpus des Daumens... | 4 | 3 | 3 | 3 | $3\frac{1}{4}$ |
| M. | Plantarseite der grossen Zehe am letzten Gliede ..... | 5 | $3\frac{1}{4}$ | 3 | — | 4 |

[1]) Der Abstand der Zirkelspitzen an der Zungenspitze ist bei den vier Knaben etwas zu gross angegeben, indem ich so kleine Differenzen, wie sie hier vorlagen, nicht mehr mit voller Genauigkeit gemessen habe. —

Digitized by Google

| Buchstaben-zeichen | Theil der Haut | Abstand der Zirkelspitzen in | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Par. Lin. | Wiener Linien | | | |
| | | W. | H. | F. | E. | B. |
| N. | Dorsalseite des zweiten Gliedes der Finger | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| O. | Backen | 5 | 4½ | 4 | 4 | 4 |
| P. | Äussere Oberfläche des Augenlides | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Q. | Mitte des harten Gaumens | 6 | 4 | 5 | — | 5 |
| R. | Haut auf dem vorderen Theile des Jochbeines | 7 | 5 | 5 | 6 | 5 |
| S. | Plantarseite am Metatars. der grossen Zehe | 7 | 5 | 4 | — | 5 |
| T. | Dorsalseite des ersten Gliedes der Finger | 7 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| U. | Dorsalseite der capit. oss. metacarpi | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| V. | Innere Oberfläche der Lippen nahe am Zahnfleisch | 9 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| W. | Haut am hinteren Theile des Jochbeins | 10 | 8½ | 7 | 8 | 6 |
| X. | Unterer Theil der Stirne | 10 | 9 | 8 | 8 | 7 |
| Y. | Hinterer Theil der Ferse | 10 | 10 | 9 | — | 9 |
| Z. | Behaarter unterer Theil des Occiput | 12 | 8 | 10 | 8 | 9 |
| A'. | Rücken der Hand | 14 | 9 | 10 | 9 | 12 |
| B'. | Hals unter der Kinnlade | 15 | 9 | 10 | 8 | 10 |
| C'. | Scheitel | 15 | 12 | 10 | 10 | 12 |
| D'. | Kniescheibe und Umgegend | 16 | 13 | 14 | — | 16 |
| E'. | Kreuz | 18 | 14 | 15 | — | 11 |
| F'. | Auf dem Glutaeus | 18 | 14 | 15 | — | 17 |
| G'. | Oberer und unterer Theil des Unterarmes | 18 | 14 | 16 | 17 | 13 |
| H'. | Oberer und unterer Theil des Unterschenkels | 18 | 15 | 16 | — | 14 |
| I'. | Fussrücken in der Nähe der Zehen | 18 | 15 | 16 | — | 12 |
| K'. | Auf dem Sternum | 20 | 16 | 15 | 15 | 14 |
| L'. | Haut am Rückgrate | 21—30 | 17 | 16 | 16 | 14 |
| M'. | An manchen Stellen in der Mitte des Oberarmes und Oberschenkels | 16—30 | 11—19 | 14—18 | 22 | 13—19 |

Mir liegen zwar noch mehr Beobachtungen, welche ich zum Theil der Güte des Herrn Dr. Sulik verdanke, vor, als ich in dieser Tabelle zusammengestellt habe, allein ich spreche die folgenden allgemeinen Sätze doch mit einer gewissen Zurückhaltung aus, da ich nicht verkenne, dass es mehr als blos wünschenswerth wäre, die Zahl der Beobachtungen noch beträchtlich zu vermehren, um



Digitized by Google

das Gesetzmässige von dem Zufälligen, das Allgemeine von dem Individuellen zu trennen und rein darzustellen. Mögen meine Collegen dies Geständniss als eine directe Aufforderung zur Mitarbeiterschaft betrachten!

Die reinsten, massgebendsten Resultate wird man jedoch, wie ich schon oben angedeutet habe, erst dann erhalten, wenn man Beobachtungsreihen wird vergleichen können, welche an einem und demselben Individuum im Kindes- und im Mannes-Alter gemacht worden sind. Mit den vier Knaben, welche in der obigen Tabelle angeführt sind, beabsichtige ich seiner Zeit das Material zu einer solchen Vergleichung zu liefern.

Aus meiner Zusammenstellung geht vorläufig folgendes hervor:

1. Der Raumsinn ist in der Haut der Knaben feiner als in der Haut des Erwachsenen, denn die Abstände der Zirkelspitzen sind mit zwei Ausnahmen sämmtlich kleiner für die ersteren, als für den letzteren.

In der Columne H finden wir nämlich an dem hinteren Theile der Ferse (Y) den Abstand der Zirkelspitzen = 10 Linien, ferner in der Columne B an der Kniescheibe und Umgegend (D′) den Abstand der Zirkelspitzen = 16 Linien, wie in der Columne W. Zur Erklärung dieser beiden Ausnahmen und anderer Unregelmässigkeiten könnte man anführen, dass der Raumsinn an den fraglichen Hautstellen schon ursprünglich für eine geringere Entwickelung der Feinheit angelegt worden sei und dass überdies die Haut jener Regionen rascher als an anderen Orten sich ausgedehnt habe, so dass sie schon im Knaben nahezu jene quadratische Ausdehnung erreicht hätte, welche sie im Erwachsenen zu erreichen bestimmt war. Was den Fall in der Columne B betrifft, so ist übrigens zu bemerken, dass auf der Kniescheibe selbst der Abstand der Zirkelspitzen weniger als 16 Linien betrug und dass nur die Umgebung derselben diesen Abstand forderte.

2. Die Abstände der Zirkelspitzen nehmen im Allgemeinen in sämmtlichen 5 Columnen von oben nach unten an Grösse zu, für die Knaben jedoch weniger stätig und gleichmässig als für den Erwachsenen.

3. Die Differenzen zwischen den Abständen der Zirkelspitzen bei den Knaben und bei dem Erwach-

Digitized by Google

| *C'* | *D'* | *E'* | *F'* | *G'* | *H'* | *I'* | *K'* | *L'* | *M'* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30·0 | 32·0 | 36·0 | 36·0 | 36·0 | 36·0 | 36·0 | 40·0 | 42·0–60·0 | 32·0–60·0 | |
| 24·0 | 26·0 | 28·0 | 28·0 | 28·0 | 30·0 | 32·0 | 32·0 | 34·0 | 22–38 | |
| 20·0 | 28·0 | 30·0 | 30·0 | 32·0 | 32·0 | 28·0 | 30·0 | 32·0 | 28–36 | |
| 20·0 | — | — | — | 34·0 | — | — | 30·0 | 32·0 | 44 | |
| 24·0 | 32·0 | 22·0 | 34·0 | 26·0 | 28·0 | 24·0 | 28·0 | 28·0 | 26–38 | |
| 15·0 | 16·0 | 18·0 | 18·0 | 18·0 | 18·0 | 18·0 | 20·0 | 21–30 | 16–30 | |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| 1·0 | 1·4 | 1·5 | 1·5 | 1·6 | 1·6 | 1·4 | 1·5 | 1·6 | 1·4–1·8 | |
| 1·1 | — | — | — | 1·9 | — | — | 1·7 | 1·8 | 2·4 | |
| 1·0 | 1·3 | 0·9 | 1·4 | 1·1 | 1·2 | 1·0 | 1·2 | 1·2 | 1·1–1·6 | |
| 1·0 | 1·1 | 1·2 | 1·2 | 1·2 | 1·2 | 1·2 | 1·3 | 1·4–2·0 | 1·1–2·0 | |
| 1·3 | 1·4 | 1·6 | 1·6 | 1·6 | 1·7 | 1·8 | 1·8 | 1·9 | 1·2–2·1 | |
| 1·0 | 1·4 | 1·5 | 1·5 | 1·6 | 1·6 | 1·4 | 1·5 | 1·6 | 1·4–1·8 | |
| 1·2 | — | — | — | 2·1 | — | — | 1·9 | 2·0 | 2·7 | |
| 1·2 | 1·6 | 1·1 | 1·7 | 1·3 | 1·4 | 1·2 | 1·4 | 1·4 | 1·3–1·9 | |
| W 1·0 | 1·1 | 1·2 | 1·2 | 1·2 | 1·2 | 1·2 | 1·3 | 1·4–2·0 | 1·1–2·0 | |
| H 1·0 | 1·1 | 1·2 | 1·2 | 1·2 | 1·2 | 1·3 | 1·3 | 1·4 | 0·9–1·6 | |
| F 1·0 | 1·4 | 1·5 | 1·5 | 1·6 | 1·6 | 1·4 | 1·5 | 1·6 | 1·4–1·8 | |
| E 1·0 | — | — | — | 1·7 | — | — | 1·5 | 1·6 | 2·2 | |
| B 1·0 | 1·3 | 0·9 | 1·4 | 1·1 | 1·2 | 1·0 | 1·2 | 1·2 | 1·1–1·6 | |
| | W 1·0 | 1·1 | 1·1 | 1·1 | 1·1 | 1·1 | 1·2 | 1·3–2·0 | 1·0–1·9 | |
| | H 1·0 | 1·1 | 1·1 | 1·1 | 1·2 | 1·2 | 1·2 | 1·3 | 0·8–1·5 | |
| *D'* | F 1·0 | 1·1 | 1·1 | 1·1 | 1·1 | 1·0 | 1·1 | 1·1 | 1·0–1·3 | |
| | E — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | B 1·0 | 0·7 | 1·1 | 0·8 | 0·9 | 0·7 | 0·9 | 0·9 | 0·8–1·2 | |
| | | W 1·0 | 1·0 | 1·0 | 1·0 | 1·0 | 1·1 | 1·2–1·7 | 0·8–1·7 | |
| | | H 1·0 | 1·0 | 1·0 | 1·1 | 1·1 | 1·1 | 1·2 | 0·8–1·4 | |
| | *E'* | F 1·0 | 1·0 | 1·1 | 1·1 | 0·9 | 1·0 | 1·1 | 0·9–1·2 | |
| | | E — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | | B 1·0 | 1·5 | 1·2 | 1·3 | 1·1 | 1·3 | 1·3 | 1·2–1·7 | |
| | | | W 1·0 | 1·0 | 1·0 | 1·0 | 1·1 | 1·2–1·7 | 0·8–1·7 | |
| | | | H 1·0 | 1·0 | 1·1 | 1·1 | 1·1 | 1·2 | 0·8–1·4 | |
| | | *F'* | F 1·0 | 1·1 | 1·1 | 0·9 | 1·0 | 1·1 | 0·9–1·2 | |
| | | | E — | — | — | — | — | — | — | |
| | | | B 1·0 | 0·8 | 0·8 | 0·7 | 0·8 | 0·8 | 0·7–1·1 | |
| | | | | W 1·0 | 1·0 | 1·0 | 1·1 | 1·2–1·7 | 0·8–1·7 | |
| | | | | H 1·0 | 1·1 | 1·1 | 1·1 | 1·2 | 0·8–1·4 | |
| | | | *G'* | F 1·0 | 1·0 | 0·9 | 0·9 | 1·0 | 0·9–1·1 | |
| | | | | E 1·0 | — | — | 0·9 | 0·9 | 1·3 | |
| | | | | B 1·0 | 1·1 | 0·9 | 1·1 | 1·1 | 1·0–1·5 | |
| | | | | | W 1·0 | 1·0 | 1·1 | 1·2–1·7 | 0·8–1·7 | |
| | | | | | H 1·0 | 1·1 | 1·1 | 1·1 | 0·7–1·3 | |
| | | | | *H'* | F 1·0 | 0·9 | 0·9 | 1·0 | 0·9–1·1 | |
| | | | | | E — | — | — | — | — | |
| | | | | | B 1·0 | 0·9 | 1·0 | 1·0 | 0·9–1·4 | |
| | | | | | | W 1·0 | 1·1 | 1·2–1·7 | 0·8–1·7 | |
| | | | | | | H 1·0 | 1·0 | 1·1 | 0·7–1·2 | |
| | | | | | *I'* | F 1·0 | 1·1 | 1·0 | 1·0–1·3 | |
| | | | | | | E — | — | — | — | |
| | | | | | | B 1·0 | 1·2 | 1·2 | 1·1–1·6 | |
| | | | | | | | W 1·0 | 1·0–1·5 | 0·8–1·5 | |
| | | | | | | | H 1·0 | 1·1 | 0·7–1·2 | |
| | | | | | | *K'* | F 1·0 | 1·1 | 0·9–1·2 | |
| | | | | | | | E 1·0 | 1·1 | 1·5 | |
| | | | | | | | B 1·0 | 1·0 | 0·9–1·4 | |
| | | | | | | | | W 1·0 | {0·8–1·4<br>{0·5–1·0 | |
| | | | | | | | | H 1·0 | 0·6–1·1 | |
| | | | | | | | *L'* | F 1·0 | 0·9–1·1 | |
| | | | | | | | | E 1·0 | 1·4 | |
| | | | | | | | | B 1·0 | 0·9–1·4 | |
| | | | | | | | | | W 1·0 | |
| | | | | | | | | | H 1·0 | |
| | | | | | | | | *M'* | F 1·0 | |
| | | | | | | | | | E 1·0 | |
| | | | | | | | | | B 1·0 | |

Digitized by Google

Digitized by Google

senen, welche man auf gleichen Hautstellen findet, fallen im Allgemeinen um so grösser aus, je weniger feinfühlend die zur Bestimmung der Differenz gewählte Hautregion ist.

So z. B. betragen die Differenzen der Abstände auf dem Sternum (*K*) *H*4‴, *F*5‴, *E*5‴, *B*6‴, während dieselben auf der Volarseite des letzten Fingergliedes (*B*) nur *H* 1/4‴, *F* 1/4‴, *E* 1/4‴, *B* 1/4‴ betragen.

Die weniger feinfühlenden Hautregionen scheinen zugleich jenen Theilen des Körpers zu entsprechen, welche im Verhältnisse am meisten während des Wachsthums an Grösse zunehmen, deren Haut also auch am meisten an quadratischer Ausdehnung zunehmen muss, wie z. B. an Armen, Beinen, Brust und Rückgrat.

4. Die Abstände der Zirkelspitzen sind für die einzelnen Knaben nicht unbeträchtlichen individuellen Schwankungen — (namentlich in den stumpffühlenden Hautregionen) — unterworfen.

(Siehe nebenstehende Tabelle II.)

Diese Tabelle lehrt:

1. Dass die relativen Feinheitsgrade des Raumsinnes in den verschiedenen Hautregionen für die Knaben, sowohl als für den Erwachsenen im Allgemeinen übereinstimmen, indem sämmtliche Verhältnisszahlen von links nach rechts und von unten nach oben an Grösse zunehmen;

2. dass es an individuellen Schwankungen nicht fehlt; und

3. dass die Verhältnisszahlen in manchen Columnen für die Knaben, in manchen anderen hingegen für den Erwachsenen entschieden grösser ausfallen, dass somit die relativen Feinheitsgrade des Raumsinnes, wie wir oben bereits a priori vermutheten, bei Kindern im Speciellen doch etwas anders auf der Haut vertheilt sind, als bei Erwachsenen.

---

Nachdem wir unsere im Eingange des §. dargelegten Folgerungen durch die mitgetheilten Beobachtungen bestätigt fanden, werden wir



Digitized by Google

uns die Frage aufwerfen müssen, in welcher Ausdehnung das Princip der relativen Flächenausdehnung und Wachsthumsgrösse der Haut angewendet werden dürfe, ob es zulässig sei, ohne Vorbehalt die Folgerung zu ziehen:

Dass ein Individuum einen um so feineren Raumsinn besitzen müsse, je geringer die quadratische Ausdehnung seiner Haut ist.

*a)* Wenn das Individuum ein Kind ist, so wird uns eine kurze Erwägung erkennen lassen, dass wir offenbar zu weit gingen, wenn wir in Übereinstimmung mit unserem Princip, dem Säugling oder gar dem Fötus den feinsten Raumsinn zuschreiben wollten. Wir würden dabei übersehen, dass der bewusste Gebrauch der Sinne ein bereits höher entwickeltes Ich, welches sein inneres Schauen in einem Sinne auf einen Punkt zu concentriren versteht, voraussetzt, dass ferner die Sinne, je mehr sie geübt, je besser sie erzogen wurden, auch desto feiner und brauchbarer sind.

Die subjectiven Momente der „Aufmerksamkeit" und „Übung", deren Bedeutung für die Feinheit des Raumsinnes unsere weiter unten mitgetheilten Untersuchungen an Blinden aufdecken werden, konnten wir früher wohl unberücksichtigt lassen — (da die vier Knaben, um die es sich handelte, sinnlich so weit entwickelt waren, als dies durch die natürliche Erziehung der Sinne überhaupt möglich ist) — können es aber nicht unter allen Umständen. Der oben aufgestellte Satz gilt daher nur in so weit, als wir, abgesehen von den schon Eingangs erörterten Beschränkungen, die beiden subjectiven Momente für zwei bezüglich der Feinheit des Raumsinnes zu vergleichenden Individuen, von denen das eine noch nicht, das andere bereits erwachsen ist, gleich setzen können.

Aus diesem Grunde dürften Beobachtungen an ganz kleinen Kindern, welche erst so weit entwickelt sind, dass sie die an sie gestellten Fragen eben aufzufassen und zu beantworten im Stande sind, leicht andere, als die von uns für entwickeltere Kinder erwarteten und gewonnenen Resultate liefern. Es möchte uns hierbei gar nicht befremden, wenn, namentlich an den feiner fühlenden Hautstellen, die Abstände der Zirkelspitzen eben so gross, ja selbst noch grösser, als bei Erwachsenen, ausfallen würden.

Übrigens ist hier noch eines Momentes und zwar eines objectiven zu erwähnen, welches die Feinheit des Raumsinnes der Haut wohl auch

Digitized by Google

mit bedingt und namentlich hier, wo es sich um Kinder und Erwachsene handelt, in Betracht kommen dürfte, — nämlich: die Dicke und Beschaffenheit der die Nervenausbreitung deckenden, unempfindlichen Schichten, welche den objectiven Reiz bis zu jenen sensitiven Theilen zu leiten haben. Je dünner und zarter diese Schichten sind, desto schärfer begrenzt und vollständiger werden wohl die Tasteindrücke den empfindenden Theilen übermittelt werden und umgekehrt. Die Feinheit in der Auffassung räumlicher Verhältnisse vermittelst des Tastsinnes muss offenbar durch ein schärferes Tastbild ebenso erhöht werden, als dies bei den Wahrnehmungen vermittelst des Gesichtssinnes, durch ein optisch vollkommeneres Retinabild der Fall ist. Dafür spricht die Unvollkommenheit unserer Tastwahrnehmungen, wenn unsere Hand mit einem Handschuhe bedeckt ist. In dieser Beziehung scheinen die Kinder den Erwachsenen gegenüber im Vortheil zu sein.

*b)* Eben so wenig gilt der obige Satz unter allen Umständen für Erwachsene. Denn es zeigt sich bei näherer Betrachtung sogleich, dass wir einem Riesen, blos wegen der beträchtlicheren quadratischen Ausdehnung der Haut, welche seine gigantischen Glieder deckt, nicht so ohne weiteres Bedenken einen weniger feinen Raumsinn zuschreiben dürfen, als einem zwergartig gebauten Menschlein, dessen Haut nicht ausreichte Brust und Rücken des Riesen einzuhüllen. Wir würden hierbei den wesentlichen Einfluss des Organisationsplanes der Centralorgane des Tastsinnes und der peripherischen Verbreitung der Tastnerven auf die Feinheit des Raumsinnes der Haut übersehen.

Unsere Folgerung ist nur dann statthaft, wenn diese und alle übrigen Bedingungen, von denen die Feinheit des Raumsinnes abhängt, für beide Individuen dieselben oder nahezu dieselben wären. Unter übrigens gleichen Umständen steht allerdings die Grösse der quadratischen Ausdehnung der Haut in irgend einem entgegengesetzten Verhältnisse mit der Feinheit des Raumsinnes. Denkt man sich einen Menschen von gewöhnlicher Grösse, ohne sonst das Geringste an seiner Organisation zu ändern, bedeutend vergrössert, so würden die Dimensionen der Empfindungskreise der Haut nach allen Richtungen zunehmen, und da sich die Zahl derselben nicht vermehrt haben würde, so müsste der Raumsinn des zum Riesen vergrösserten Individuums offenbar bedeutend stumpfer geworden sein. Man sieht aber leicht, dass, wenn mit der Vergrösserung jenes

Digitized by Google

Individuums eine gewisse Veränderung der Centralorgane und eine entsprechende Vermehrung der Nervenfasern und Empfindungskreise gleichen Schritt halten würde, der Raumsinn der Haut nicht nur nichts an seiner Feinheit einzubüssen brauchte, sondern sogar an Feinheit zunehmen könnte.

Es wäre nicht uninteressant, directe Messungen über die Feinheit des Raumsinnes der Haut an besonders grossen und an auffallend kleinen erwachsenen Menschen anzustellen und zu vergleichen. Denn wenn wir voraussetzen, dass es eine bestimmte, in der menschlichen Organisation begründete allgemein giltige Grenze der Feinheit und der Stumpfheit des Raumsinnes der Haut gibt, so liesse sich aus den Resultaten dieser Messungen entscheiden, ob die im Fötus ursprünglich angelegten qualitativen und quantitativen Verhältnisse des centralen und peripherischen Tastnervensystems mit der späteren Körpergrösse (Hautausdehnung) des erwachsenen Individuums in Beziehung stehen oder nicht. Fände sich in der That eine solche Beziehung zwischen den Verhältnissen des Tastnervensystems und der späteren Körpergrösse des Erwachsenen, so müssten sich Individuen, deren Körper riesige Dimensionen, und deren Raumsinn die gewöhnlichen Feinheitsgrade zu erreichen bestimmt wäre, nach den in diesem Paragraphe mitgetheilten Schlüssen und Beobachtungen im Kindesalter durch einen auffallend feinen Raumsinn der Haut auszeichnen und charakterisiren.

Unter diesen Voraussetzungen wäre uns dann also in dem Freiheitsgrade des Raumsinnes kindlicher Individuen eine Prämisse zu einem Wahrscheinlichkeitsschlusse auf ihre künftige Körpergrösse als Erwachsene gegeben.

### §. 9. Beobachtungen über die Feinheit des Raumsinnes der Haut bei Blinden.

Die quantitativen und qualitativen Verhältnisse des Tastnervensystems und des Hautorgans sind die objectiven, die Concentrirung der Aufmerksamkeit und die Übung sind hingegen die subjectiven Momente, welche die Feinheit des Raumsinnes der Haut wesentlich bedingen. Der höchste Feinheitsgrad des Raumsinnes kann nur durch eine möglichst günstige Anlage der objectiven und zugleich durch eine möglichst sorgfältige Ausbildung der subjectiven Momente erreicht werden. Der Mangel der subjectiven Ausbildung kann theil-

Digitized by Google

weise und innerhalb gewisser Grenzen durch die natürliche Anlage, und der Mangel der natürlichen Anlage durch die subjective Ausbildung ersetzt werden.

Die tägliche Erfahrung an Blinden lehrt, dass sie alle Verhältnisse der Aussenwelt, in so weit diese mit dem Tastsinne wahrgenommen werden können, ungleich schärfer unterscheiden als Sehende. Diese thatsächliche Schärfung ihres Tastsinnes kann offenbar nicht in einer günstigeren ursprünglichen Anlage des Organs, sondern muss in der Ausbildung der subjectiven Momente gesucht werden, in Folge deren sich dann allerdings auch die objectiven Verhältnisse des Organs verändern und verbessern könnten. Blinde vermögen eben mehr als Sehende auf die Wahrnehmungen des Tastorgans ihre Aufmerksamkeit zu concentriren, da dieselbe durch das Gesicht nicht abgelenkt und zerstreut wird, und sind gezwungen ihr Unterscheidungsvermögen in dieser Richtung dermassen zu üben, dass ihnen schliesslich die leisesten Verschiedenheiten der Tastempfindungen, welche den weniger Aufmerksamen und weniger geübten Sehenden gar nicht zum Bewusstsein kommen, nicht entgehen können. Da es meines Wissens bisher noch Niemand unternommen hat, durch genauere Messungen an Blinden eine exactere Vorstellung über die Zunahme der Schärfe des Tastsinnes zu gewinnen, so habe ich, zum Wenigsten über den Raumsinn der Haut, bei Blinden Beobachtungen nach Weber's Methode angestellt. Ich habe erwachsene Blinde und blinde Kinder untersucht, um zugleich die Erfahrungen des vorigen Paragraphen in dieser Richtung zu erweitern.

Die Gelegenheit zu meinen Messungen wurde mir mit grosser Bereitwilligkeit von dem Herrn Bezecny, Oberlehrer an der Privat-Erziehungs- und Heilanstalt für Blinde und von dem Herrn k. k. jub. Kreisrath Klar, Director und Mitbegründer der Versorgungs- und Beschäftigungsanstalt für erwachsene Blinde geboten. Ich sage hiermit öffentlich beiden Männern für die mir gewährte freundliche Unterstützung meinen innigsten Dank.

Die nachstehende Tabelle III enthält die Zusammenstellung der Resultate meiner Messungen und ist wohl ohne Weiteres verständlich, indem sie genau ebenso verfasst ist wie Tab. I im vorigen Paragraph.

Die Werthe der Columne N. beziehen sich auf den Knaben Nejedly, welcher 13 Jahre und einige Monate alt und 50 Zoll 6 Lin.

Digitized by Google

gross ist, im Alter von drei Wochen erblindete und seit vier Jahren in der Anstalt sich befindet.

Die Werthe der Columne Br. beziehen sich auf den Knaben Broeckl, welcher ungefähr in gleichem Alter mit Nejedly steht, aber um 1 Zoll 6 Linien kleiner ist als dieser, mit vier Jahren erblindete und sich bereits sechs Jahre in der Anstalt aufhält.

Die letzte mit P. bezeichnete Zahlenreihe enthält die Messungsresultate an dem erwachsenen Blinden August Puhl, welcher in einem Alter von sechs Monaten erblindete, gegenwärtig 24 Jahre zählt und 58 Zoll hoch ist.

Noch will ich erwähnen, dass ich zur Untersuchung der am feinsten fühlenden Hautstellen durchgehends einen Zirkel mit ungedeckten Spitzen angewendet habe.

**Tabelle III.**

| Buchstabenbezeichen | Theil der Haut | Abstand der Zirkelspitzen in Wiener Linien | | |
|---|---|---|---|---|
| | | N. | Br. | P. |
| A. | Zungenspitze | $\frac{1}{6}$ | $\frac{1}{6}$ | $\frac{1}{6}$ |
| B. | Volarseite des letzten Fingergliedes | $\frac{1}{3}$ | $\frac{1}{3}$ | $\frac{1}{3}$ |
| C. | Rother Theil der Lippen | 1 | 1 | 1 |
| D. | Volarseite des zweiten Fingergliedes | $1\frac{1}{3}$ | $1\frac{1}{3}$ | $1\frac{1}{3}$ |
| E. | Dorsalseite des letzten Fingergliedes | $1\frac{1}{3}$ | $1\frac{1}{3}$ | $1\frac{1}{3}$ |
| F. | Nasenspitze | 2 | $1\frac{1}{2}$ | 2 |
| G. | Volarseite der capitula ossium metacarpi | 2 | 2 | 3 |
| H. | Rücken der Zunge, einen Zoll von der Spitze in der Mitte | 2 | 2 | 3 |
| I. | Ebenda am Rande | 2 | 2 | 3 |
| K. | Am nicht rothen Theil der Lippen | $2\frac{1}{3}$ | 2 | 3 |
| L. | Am Metacarpus des Daumens | $2\frac{1}{3}$ | 2 | $3\frac{1}{6}$ |
| M. | Plantarseite der grossen Zehe am letzten Gliede | $2\frac{1}{6}$ | $2\frac{1}{6}$ | $3\frac{1}{6}$ |
| N. | Rückenseite des zweiten Gliedes der Finger | 3 | 3 | $3\frac{1}{2}$ |
| O. | Backen | $3\frac{1}{6}$ | 3 | $4\frac{1}{6}$ |
| P. | Äussere Oberfläche des Augenlides | $3\frac{1}{6}$ | $3\frac{1}{6}$ | $4\frac{1}{2}$ |
| Q. | Mitte des harten Gaumens | — | 4 | $4\frac{1}{2}$ |
| R. | Haut auf dem vorderen Theile des Jochbeins | 4 | 4 | 5 |
| S. | Plantarseite am Mittelfussknochen der grossen Zehe | 4 | 4 | 5 |
| T. | Rückenseite des ersten Gliedes der Finger | 4 | 4 | 5 |
| U. | Rückenseite der capitula ossium metacarpi | $4\frac{1}{3}$ | $4\frac{1}{3}$ | $6\frac{1}{3}$ |
| V. | Innere Oberfläche der Lippen nahe am Zahnfleische | $4\frac{1}{6}$ | $4\frac{1}{3}$ | $6\frac{1}{2}$ |
| W. | Haut am hinteren Theile des Jochbeins | 5 | 5 | $6\frac{1}{2}$ |
| X. | Unterer Theil der Stirn | 5 | $5\frac{1}{6}$ | $6\frac{1}{6}$ |
| Y. | Hinterer Theil der Ferse | 6 | 6 | 7 |
| Z. | Behaarter unterer Theil des Hinterhauptes | 6 | 6 | 7 |
| A.' | Rücken der Hand | 5 | 5 | 7 |
| B.' | Hals unter der Kinnlade | $6\frac{1}{3}$ | 7 | 8 |

Digitized by Google

| Buchstabenzeichen | Theil der Haut | Abstand der Zirkelspitzen in Wiener Linien | | |
|---|---|---|---|---|
| | | N. | Br. | P. |
| C.′ | Scheitel . . . . . | 7 | 8 | 9 |
| D.′ | Kniescheibe und Umgegend . . . . . | 7 | 8 | 10 |
| E.′ | Kreutz . . . . . | 7 | 8 | 11 |
| F.′ | Auf dem Gutaeus . . . . . | — | — | — |
| G.′ | Oberer und unterer Theil des Unterarmes | 9— 9½ | 11—12 | 12 |
| H.′ | Oberer und unterer Theil des Unterscheitels | 9—11 | 11—12 | 12 |
| I.′ | Fussrücken in der Nähe der Zehen . . . | 11 | 11 | 12½ |
| K.′ | Haut auf dem Brustbein . . . . . | 11½ | 11½ | 13—14 |
| L.′ | Haut am Rückgrate in der Mitte der Hals-, Brust- und Lendengegend . . . . . | 9—9½ | 9½—10 | 14 |
| M.′ | An manchen Stellen in der Mitte des Oberarmes und Oberschenkels . . . . . | 11½—13 | 13—15 | 13—20 |

Vergleicht man die Zahlen dieser Tabelle mit jener der Tabelle I., so stellt sich heraus:

1. dass die Kinder hier wie dort einen feineren Raumsinn besitzen als die Erwachsenen;

2. dass die Feinheitsgrade des Raumsinnes hier wie dort in ähnlicher Weise an die verschiedenen Hauptregionen vertheilt sind;

3. dass die Blinden im Allgemeinen einen beträchtlich feineren Raumsinn besitzen als die Sehenden. Die erwachsenen Blinden scheinen an Feinheit des Raumsinnes sogar die sehenden Kinder zu übertreffen.

Vergleicht man die Zahlen der Columne P., Tab. III mit den Zahlen der Columne W., Tab. I, so erkennt man, dass sich an vielen Stellen die ersten zu den letzteren verhalten etwa wie 1 zu 1½, dass somit der erwachsene Blinde einen beiläufig 1½mal feineren Raumsinn besitzt, als der erwachsene Sehende.

4. Dass die Schärfung des Raumsinnes bei Blinden allgemein ist und nicht etwa nur auf jene Hautregionen sich beschränkt, welche fast ausschliesslich zum Tasten gebraucht und im Tasten geübt werden. Es scheint dies unsere oben ausgesprochene Meinung zu bestätigen, dass der Grund der Verfeinerung des Raumsinnes bei Blinden wesentlich nur in der Ausbildung der subjectiven Momente, welche offenbar das Unterscheidungsvermögen für alle Tastempfindungen, sie mögen wo immer entstehen, schärfen muss, zu suchen sei.

Hiermit hängt ohne Zweifel auch der leicht zu constatirende Umstand zusammen, dass die Angaben der Blinden über die Wahrneh-

Digitized by Google

nehmungen ihres Tastsinnes ungleich sicherer und präciser ausfallen, als die Angaben der Sehenden.

Blinde empfehlen sich daher vor Allen zu feineren Untersuchungen über den Tastsinn.

So z. B. bestätigen Blinde viel leichter als Sehende folgende von Weber gemachte Beobachtung.

„Wenn man mit den Spitzen des geöffneten Zirkels auf der „Haut eines Anderen zwei parallele Linien zieht, und zugleich dafür „sorgt, dass beide Spitzen mit gleicher Kraft auf die Haut drücken, „so glaubt der Beobachter zu fühlen, dass die Bahnen auf manchen „Theilen der Haut sich einander nähern, auf anderen sich von ein„ander entfernen. Sie scheinen an den Theilen der Haut zu diver„giren, wo die Zirkelspitzen bei ihrer Bewegung von stumpfer füh„lenden Hauttheilen an feiner fühlende übergehen; sie scheinen „dagegen dann zu convergiren, wenn sie von feiner fühlenden Haut„theilen auf stumpfer fühlende übergehen. Bei einem gewissen gerin„gen Abstande von einander erregen die Zirkelspitzen das Gefühl, als „wenn nur eine einzige Linie auf der Haut beschrieben würde [1]).“

Schliesslich muss ich noch eines Umstandes erwähnen, welcher mir nebst den schon erörterten Momenten an vielen Orten dazu beizutragen scheint, die durch Erfahrung festgestellte Schärfung des Raumsinnes bei Blinden zu erklären. Ich habe nämlich wiederholt die Beobachtung gemacht, dass sich Blinde während der Untersuchung mit dem Zirkel anders benehmen als Sehende. Sehende bleiben ganz ruhig dabei, wenn man ihnen die Zirkelspitzen auf eine beliebige Hautstelle aufsetzt, und halten still, ohne erst dazu aufgefordert werden zu müssen; während Blinde jene Körpertheile, deren Haut mit dem Zirkel untersucht wird, in fortwährende, nur bei einiger Aufmerksamkeit von Seite des Experimentators bemerkbare, kleine und ziemlich rasche Bewegungen versetzen. Diese Bewegungen, welche man vielleicht nicht unpassend „Tastzuckungen“ nennen könnte, scheinen halb unwillkürlich [2]) zu erfolgen, indem die Blinden,

---

[1]) Vergl. Weber: Über den Raumsinn a. a. O., S. 93.

[2]) Den Blinden mag es mit den Tastzuckungen ähnlich gehen, wie den Sehenden mit der Einstellung der Sehaxe. So wie nämlich Sehende, wenn sie einen Gegenstand vermittelst des Gesichtes scharf wahrnehmen wollen, unwillkürlich die Sehaxe auf das zu fixirende Object richten, um das Bild desselben auf den gelben Fleck fallen zu machen, eben so und aus ähnlichen Gründen versetzen wahrscheinlich Blinde

Digitized by Google

an denen ich meine Messungen machte, dieselben nie völlig unterliessen, selbst wenn ich sie darum ausdrücklich gebeten hatte.

Die Tastzuckungen, durch welche die einfachen Eindrücke der auf der Haut ruhenden Zirkelspitzen in verschiedener Weise abgeändert werden, und welche somit offenbar zur leichteren Unterscheidung der Tasteindrücke, ähnlich wie die Bewegungen der Tastorgane beim Tasten überhaupt, beitragen müssen, erfolgen nicht nur an den Gelenken, sondern auch an Körpertheilen, welche nicht weiter gegliedert sind, wie z. B. in der Mitte des Handrückens, des Ober- und Unterarmes u. s. w. An solchen Orten zuckten meine Blinden mit einzelnen Sehnen und Muskelbäuchen, um die betreffenden Hautpartien zu verschieben und in verschiedener Weise gegen die Zirkelspitzen anzudrücken — mit einem Worte, um die Objecte gewissermassen selbstthätig zu b e t a s t e n. Dabei glaube ich zugleich bemerkt zu haben, dass sie noch dann mit Sicherheit die beiden Zirkelspitzen zu unterscheiden behaupteten, wenn sie gleichwohl nicht mehr anzugeben vermochten, in welcher Richtung zur Längsaxe des Gliedes dieselben aufgesetzt waren. — Weitere Untersuchungen mögen zeigen, ob die beschriebenen Tastzuckungen bei allen Blinden vorkommen und wie hoch etwa ihr Einfluss auf die Feinheit der Raumsinnswahrnehmungen anzuschlagen wäre.

## §. 10. Über das Verhältniss zwischen der Ausdehnung der Haut und dem Feinheitsgrade des Raumsinnes.

Aus dem Vorangehenden hat sich ergeben, dass unter übrigens gleichen Umständen die Feinheit des Raumsinnes in einem gewissen Verhältnisse zur linearen oder quadratischen Ausdehnung der Haut steht. Nimmt caeteris paribus die Grösse der Hautausdehnung zu, so vermindert sich die Feinheit des Raumsinnes in einem bestimmten Verhältnisse und umgekehrt. Dieses Verhältniss nun genauer zu ermitteln, soll im vorliegenden §. unsere Aufgabe sein.

---

ihre Tastorgane in Bewegungen und Zuckungen. Sowohl die Einstellung der Sehaxe als die Tastbewegungen und Zuckungen werden durch Muskeln vermittelt, welche der Willkür gehorchen; allein diese Bewegungen stehen auch im Dienste der Sinnesthätigkeit und dann treten sie halb unwillkürlich ein — ja selbst g e g e n den Willen, wie die Erfahrung zeigt, welche Jeder bestätigen wird, der Ungeübte gewisse Sehversuche anstellen sah.

Digitized by Google

Meine begonnenen Beobachtungen an den vier Knaben würden unter der Voraussetzung, dass während des Wachsthumes, ausser der Vergrösserung der Hautfläche, keine die Feinheit des Raumsinnes beeinflussenden Veränderungen weder in dem Tastnervensystem (namentlich im centralen?), noch sonst irgendwo vor sich gehen, zur Lösung dieser Aufgabe brauchbar sein, indem man die früher für die Knaben, später für die Erwachsenen gefundenen Zirkelabstände mit der linearen oder quadratischen Ausdehnung, welche die betreffenden Hautstellen einst im Knabenalter und dann nach vollendetem Wachsthume hatten, vergleichen könnte und hieraus sofort erfahren würde, in welchem Verhältnisse die Hautausdehnung zu-, die Feinheit des Raumsinnes aber abgenommen habe.

Da jedoch die Beobachtungen an den Knaben erst nach Jahren ihren Abschluss finden können, ferner eine Voraussetzung (siehe oben), welche nicht nur nicht zu erweisen, sondern, wie ich später zeigen werde, geradezu zu widerlegen ist, und genaue Messungen der durch das Wachsthum gesetzten Vergrösserung der einzelnen Hautregionen, welche kaum mit hinreichender Genauigkeit und Sicherheit auszuführen sein dürften, unumgänglich nöthig machen, so eignen sie sich in der That wenig oder gar nicht zur Lösung unserer Aufgabe.

Ich habe mich daher nach anderen Objecten und einem einfacheren Verfahren umgesehen und bin auf den sehr nahe liegenden Gedanken gekommen, den Feinheitsgrad des Raumsinnes an künstlich oder natürlich ausgedehnten und gespannten Hautstücken während und vor (oder nach) der Dehnung zu bestimmen und zu vergleichen, um auf diese Art ermitteln zu können, ob die durch die Vergrösserung oder Verkleinerung der Hautausdehnung — caeteris paribus — bedingte Veränderung der Feinheit des Raumsinnes dieser Ausdehnung genau umgekehrt proportional sei oder nicht.

Gelegenheit zu solcher Beobachtungen hat man vor Allem

1. auf der Bauchhaut der Schwangeren vor und nach der Entbindung;

2. auf der Haut über pathologischen Geschwülsten (Hydroovarien, Lipomen etc.), wenn die Haut übrigens gesund ist und nach der Operation auf ein gewisses Mass sich wieder zusammenzieht, endlich

3. überall da, wo die Haut durch passend angebrachten Zug künstlich gespannt und ausgedehnt werden kann.

Digitized by Google

Meine Beobachtungen, welche ich sogleich mittheilen werde, habe ich an der Bauchhaut von Schwangeren und an künstlich ausgedehnten Hautstücken angestellt; pathologische Geschwülste, welche zu diesen Untersuchungen passend gewesen wären, sind mir nicht vorgekommen.

*a)* Bestimmungen an Schwangeren.

Die Messungen, welche ich mit der gütigen Erlaubniss des Herrn Prof. Chiari im Prager Gebärhause machen durfte, sind weiter unten in der Tabelle IV zusammengestellt. Ich verfuhr folgendermassen. Wenige Tage vor der voraus berechneten Entbindung bestimmte ich vermittelst des Zirkels, dessen Spitzen ich meist unterhalb des Nabels in querer Richtung aufsetzte, die Feinheit des Raumsinnes der durch den schwangeren Uterus ausgedehnten Bauchhaut, notirte den gefundenen Werth und bezeichnete die beiden von den Zirkelspitzen getroffenen Hautpunkte mit Lapis. Nach erfolgter Entbindung kam ich wieder und bestimmte erstlich den nur geringer gewordenen Abstand der Lapispunkte und dann von Neuem den Abstand der Zirkelspitzen, welcher dem nunmehrigen Feinheitsgrade des Raumsinnes, der zur normalen Ausdehnung nahezu zurückgekehrten Bauchhaut entsprach. Die Vergleichung der Abstände der Lapispunkte vor und nach der Entbindung ergibt das Verhältniss der Zusammenziehung der Haut, die Vergleichung der Abstände der Zirkelspitzen vor und nach der Entbindung aber das Verhältniss der durch diese Zusammenziehung gesetzten Vergrösserung des Feinheitsgrades des Raumsinnes. Das Verhältniss zwischen der Zusammenziehung der Haut und der Verfeinerung des Raumsinnes wird dann von selbst offenbar.

**Tabelle IV.**

| Name der Schwangeren | Zum wievielten-mal schwanger? | Abstand der Zirkelspitzen vor der Entbindung | Abstand der Zirkelspitzen nach der Entbindung | Abstand der Lapispunkte vor der Entbindung | Abstand der Lapispunkte nach der Entbindung |
|---|---|---|---|---|---|
| Klement . . | 1. | 21 W. L. | 16 W. L. | 21 W. L | 15 W. L. |
| Dokonal . . | 2. | 18 „ | 14¼ „ | 18 „ | 13 „ |
| Skalda. . . | 2. | 32 „ | 25¼ „ | 32 „ | 24 „ |
| Lommie . . | 1. | 29½ „ | 26 „ | 29½ „ | 25 „ |
| Nowák . . . | 1. | 32¼ „ | 27 „ | 32¼ „ | 25 „ |
| — | — | $e'$ | $e$ | $l'$ | $l$ |

Digitized by Google

### b) Bestimmungen an künstlich ausgedehnten Hautstücken.

Ehe ich diese in der Tabelle V zusammengestellten Messungen mittheile, muss ich noch Einiges über das dabei befolgte Verfahren bemerken. Zuerst wurde die Feinheit des Raumsinnes der gewählten Hautstelle mit möglichster Genauigkeit vermittelst des Zirkels bestimmt und notirt; sodann bezeichnete ich zwei beliebige, der Bequemlichkeit wegen gewöhnlich die beiden von den Zirkelspitzen berührten Hautpunkte mit Tusche oder Dinte.

Nun wurde die Dehnung des Hautstückes vorgenommen, indem zwei Gehilfen die Haut vermittelst der fest aufgedrückten Finger ihrer Einen Hand nach entgegengesetzten Richtungen anzogen und längere Zeit in gleicher Spannung erhielten [1]). Um sicher zu sein, dass während der Messung der Spannungsgrad der Haut gewiss derselbe bleibe, liess ich einen der Gehilfen mit seiner unbeschäftigten Hand einen entsprechend weit geöffneten Zirkel genau schwebend über den Mittelpunkten der beiden Tuschpunkte halten, wodurch er in den Stand gesetzt wurde mit Sicherheit anzugeben, ob sich der Abstand der Tuschpunkte von einander verändere oder nicht, und einen etwaigen Fehler sogleich durch stärkeres Anziehen oder Nachlassen zu corrigiren.

Waren diese Vorbereitungen getroffen, so mass ich den nunmehrigen Abstand der Tuschpunkte und bestimmte endlich die Feinheit des Raumsinnes der ausgedehnten Haut. Das Weitere versteht sich von selbst.

Noch muss ich erwähnen, dass ich bei diesen Messungen von mehreren meiner Zuhörer und zwar den Herren stud. med. Maier, Nemeček und Kohn freundlich unterstützt worden bin.

---

[1]) Bei dem angewendeten Verfahren die Haut künstlich auszudehnen, erfährt dieselbe eigentlich nur eine lineare Ausdehnung in der Richtung des Zuges, während in der darauf senkrechten Richtung eine Zusammenschrumpfung stattfindet. Die Bauchhaut der Schwangeren wird hingegen in jeder Richtung ihrer Fläche, also quadratisch ausgedehnt.

Digitized by Google

## Tabelle V.

| Name des Beobachters | Theil der Haut | Abstand der Zirkelspitzen vor der Dehnung | Abstand der Zirkelspitzen nach der Dehnung | Abstand der Tuschpunkte vor der Dehnung | Abstand der Tuschpunkte nach der Dehnung |
|---|---|---|---|---|---|
| Mayer | Rücken der Hand | 13 W. L. | 18 W. L. | 13 W. L. | 19 W. L. |
| Nemeček | | 12¼ „ | 16 „ | 12½ „ | 18 „ |
| Czermak | | 12 „ | 14 „ | 12 „ | 15 „ |
| Broeckl[1]) | | 5 „ | 5½ „ | 5 „ | 7 „ |
| Maier | Rother Theil der Unterlippe in der Mitte | 1 W. L. | 1¼ W. L. | 3 W. L. | 5¼ W. L. |
| Nemeček | | 1½ „ | 3 „ | 3 „ | 6 „ |
| Czermak | | 1¼ „ | 2¼ „ | 3¼ „ | 7 „ |
| Kohn | | 2 „ | 2½ „ | 4½ „ | 6¼ „ |
| Maier | Mitte des Unterarmes (Innenfläche) | 28 W. L. | 29 W. L. | 28 W. L. | 32 W. L. |
| Nemeček | | 23 „ | 26 „ | 23 „ | 27½ „ |
| Czermak | | 24 „ | 25 „ | 24 „ | 29 „ |
| Kohn | | 35½ „ | 39¼ „ | 35½ „ | 40 „ |
| Broeckl | Mitte des Oberarmes (Äusserer Rand des M. biceps) | 10 W. L. | 12¼ W. L. | 10 W. L. | 14 W. L. |
| Maier | | 32 „ | 36 „ | 32 „ | 37½ „ |
| Czermak | | 32 „ | 35½ „ | 32 „ | 37 „ |
| — | — | $e$ | $e'$ | $l$ | $l'$ |

Wir haben es hier mit zwei verschiedenen Ausdehnungszuständen der Haut und mit den durch diese Zustände, caeteris paribus, bedingten Feinheitsgraden des Raumsinnes zu thun.

Bezeichnen wir mit $l$ den, dem Zustande geringerer Ausdehnung der Haut entsprechenden Abstand zweier bestimmten Hautpunkte von einander, mit $l'$ hingegen den, dem Zustande der grösseren Ausdehnung der Haut entsprechenden Abstand derselben Hautpunkte; eben so den Abstand der Zirkelspitzen im ersten Falle mit $e$, im zweiten Falle mit $e'$, so ergibt sich aus den angeführten Tabellen, dass die vier Grössen $l$ $l'$ $e$ und $e'$ nicht genau proportionirt sind, dass der Quotient $\frac{e'}{e}$, welchen wir den Exponenten des Feinheitsgrades nennen wollen, immer (sowohl im Falle der Ausdehnung als der Zusammenziehung der Haut) näher der Einheit ist, als der Quotient $\frac{l'}{l}$, welcher der Exponent der Ausdehnung heissen soll. Ganz allgemein kann das von mir aufgefundene Gesetz folgender-

[1]) Derselbe blinde Knabe, dessen bereits im vorigen §. Erwähnung geschah.

Digitized by Google

massen formulirt werden: Wird unter übrigens gleichen Umständen die Ausdehnung der Haut verändert, so ändert sich in entgegengesetztem Sinne auch der Feinheitsgrad des Raumsinnes und zwar so, dass der Exponent des Feinheitsgrades näher der Einheit steht, als der Exponent der Ausdehnung [1]).

Auf die in den Tabellen IV und V mitgetheilten Zahlen und die mit denselben angestellten Berechnungen lege ich übrigens kein allzugrosses Gewicht, denn erstens sind die Unterschiede, um welche es sich hier handelt, meist so gering, dass es überhaupt fraglich erscheinen kann, ob solche Bestimmungen bei der Unsicherheit der Wahrnehmung, welche durch Spannung der Haut noch vergrössert zu werden scheint, und bei der Menge der Fehlerquellen möglich sind? und dann ist die Anzahl der von mir gemachten Messungen noch viel zu gering, um aus derselben allgemeinere Resultate abzuleiten.

Nichtsdestoweniger glaube ich aber durch die folgende Erwägung berechtigt zu sein, das oben formulirte Gesetz doch schon jetzt für ziemlich begründet zu halten. Gesetzt, nämlich es wäre

---

[1]) Nachfolgende Berechnung verdanke ich der Güte des Herrn Prof. C. Jelinek in Prag. Versucht man die Zahlen der Tafel IV durch eine Formel darzustellen, so findet man, dass nahezu $e : e' = l^{\frac{3}{5}} : l'^{\frac{3}{5}}$ oder $e^5 : e'^5 = l^3 : l'^3$. Die Zahlen der Tabelle V werden besser dargestellt durch die Proportion $e : e' = l^{\frac{3}{4}} : l'^{\frac{3}{4}}$ oder $e^4 : e'^4 = l^3 : l'^3$.

Minder genau — aber bei den möglichen Beobachtungsfehlern noch immer genügend — findet man für beide Tabellen IV und V zusammen $e : e'^{\frac{3}{4}} = l : l'^{\frac{3}{4}}$ oder $e^3 : e'^3 = l^2 : l'^2$.

Da der Feinheitsgrad offenbar den Zahlen $e$ und $e'$ umgekehrt proportionirt ist, so dass man hat $f : f' = e' : e$, so wird man auch näherungsweise haben $f : f' = l'^{\frac{3}{4}} : l^{\frac{3}{4}}$. Um von der Genauigkeit, welche diese Proportion gewährt, eine Vorstellung zu geben, folgen hier die nach derselben berechneten Werthe für $e'$ verglichen mit dem unmittelbar beobachteten der Tabelle IV und V.

**Tabelle IV.**

| berechnet | beobachtet |
|---|---|
| 20·0‴ | 21‴ |
| 18·3 | 18 |
| 30·6 | 32 |
| 29·0 | 29·5 |
| 32·0 | 30·25 |

**Tabelle V.**

| berechnet | beobachtet | berechnet | beobachtet |
|---|---|---|---|
| 16·7‴ | 18‴ | 30·6 | 29 |
| 15·9 | 16 | 25·9 | 26 |
| 13·9 | 14 | 27·2 | 25 |
| 6·3 | 5·5 | 38·4 | 39·25 |
| 1·5 | 1·5 | 12·5 | 12·5 |
| 2·7 | 3 | 35·6 | 36 |
| 2·3 | 2·5 | 35·3 | 35·25 |
| 2·6 | 2·25 | | |

Digitized by Google

unmöglich, die absoluten Unterschiede der beiden Exponenten mit der erforderlichen Genauigkeit auszumitteln, so wird es doch keinem einigermassen sorgfältigen Beobachter entgehen können, dass irgend ein Unterschied dieser beiden Grössen vorhanden sei. Denn hat man den kleinsten Abstand, bei welchem die Zirkelspitzen eben noch deutlich als doppelt empfunden werden, vor der Entbindung oder vor der künstlichen Dehnung der Haut richtig bestimmt — (worauf allerdings die scrupulöseste Sorgfalt verwendet werden muss, da dieser Umstand eine conditio sine qua non ist) — und die von den Zirkelspitzen berührten Hautpunkte mit Lapis oder Tusche bezeichnet, so wird man im ersten Falle, d. h. nach der Entbindung finden, dass die Zirkelspitzen nicht mehr als räumlich gesondert empfunden werden, wenn sie wieder auf die mit Lapis bezeichneten Punkte aufgesetzt werden, sondern erst bei etwas grösserem Abstande, während die Zirkelspitzen im zweiten Falle, d. h. nach der künstlichen Ausdehnung der Haut, auch dann noch doppelt empfunden werden, wenn sie sich in einem etwas geringeren Abstande von einander befinden, als die Tuschpunkte nach der Dehnung.

Diese leicht zu constatirenden Thatsachen lassen, wie ich glaube, über die Richtigkeit des aufgestellten Gesetzes keinen Zweifel, wenn es gleichwohl dahin gestellt bleiben muss, ob es möglich sei die absolute Grösse des nachweisbaren Unterschiedes genau anzugeben.

Ich lasse nun die Erklärung der erörterten Erscheinungen, wie sich dieselbe aus E. H. Weber's Theorie der festen Empfindungskreise ergibt, folgen, um schliesslich einige Bemerkungen von theoretischem Interesse leichter anknüpfen zu können.

In Figur 10 versinnlichen uns die Kreise *A*, *B* und *C* drei Weber'sche Empfindungskreise [1]) eines beliebigen Hautstückes, die kleineren schraffirten Kreise *Z* und *Z* aber die Stellen derselben, welche von den mehr oder weniger stumpfen Zirkelspitzen berührt werden. Wenn wir voraussetzen, dass die durch *B* getrennten Empfindungskreise *A* und *C* zwei räumlich gesonderte Eindrücke zu

[1]) Da man über die eigentliche Form der Empfindungskreise nichts Bestimmtes weiss, so gab ich ihnen der Einfachheit wegen die Kreisform. Die Schemen ändern sich wesentlich gar nicht, wenn man auch statt der Kreise, Sechsecke oder sonst beliebige Formen zeichnete.



Digitized by Google

vermitteln im Stande sind, so wird der geringste Abstand der Zirkelspitzen, bei welchem sie noch doppelt empfunden werden, dann erreicht sein, wenn die Berührungskreise *Z* und *Z*, (wie auf unserer Zeichnung) die nach *B* gekehrten Theile der Peripherien von *A* und *C* tangiren ohne nach *B* hinauszugreifen. Die Länge der Linie *ZZ*, welche die Mittelpunkte der berührten Stellen verbindet, gibt das Mass für den Feinheitsgrad des Raumsinnes der betreffenden Hautstelle vor der Dehnung. Die Verhältnisse, welche durch eine Dehnung in der Haut gesetzt werden, sind verschieden, je nachdem die Dehnung einseitig oder allseitig geschieht; im ersten Falle werden die Empfindungskreise elliptische Formen annehmen müssen, im zweiten Falle die Kreisform, freilich mit grösserem Radius, beibehalten.

In Fig. 11 sind dieselben drei Empfindungskreise *A*, *B* und *C* dargestellt, während das betreffende Hautstück in querer Richtung ausgedehnt wird. Man ersieht aus diesem Schema leicht, dass der kleinste Abstand, bei welchem die Zirkelspitzen nach der Ausdehnung der Haut noch räumlich gesondert empfunden werden können, offenbar = *Z'' Z''* sein und daher geringer ausfallen muss als *Z' Z'*, welches der proportional der Dehnung vergrösserte, frühere Abstand der Zirkelspitzen ist. Dasselbe leuchtet aus Fig. 12, welche den Fall einer allseitigen Dehnung der Haut illustrirt, deutlich ein. Die ganze Erscheinung ist also eigentlich dadurch bedingt, dass die Stellen, an welchen die Haut von den Zirkelspitzen berührt wird, keine mathematischen Punkte, sondern kleine Flächen sind.

In den Schemen Fig. 10, 11, 12 sind die Durchmesser der Berührungsflächen (Zerstreuungskreise) kleiner als die Durchmesser der Empfindungskreise angenommen. Man erhält aber dieselben Resultate, wenn man die Durchmesser der Berührungsflächen gleich oder grösser setzt, als die Durchmesser der Empfindungskreise. Vgl. Fig. 13, 14, 15 und Fig. 16, 17, 18.

In ganz derselben Weise erklärt es sich auch, warum der Abstand der Zirkelspitzen in Folge einer Zusammenziehung der Haut nicht proportional dieser Zusammenziehung abnimmt, vgl. Fig. 19 und 20. Man ersieht aus diesen beiden Schemen zugleich, dass die Zirkelspitzen, wenn man sie, wie oben erwähnt, nach der Zusammenziehung der Haut wieder auf die mit Tusche oder Lapis bezeichneten Punkte aufsetzt, nicht mehr räumlich getrennt empfunden werden können, indem dann die Berührungsflächen (vergl. Fig. 20 die

Digitized by Google

punktirten Kreise $Z'$ und $Z'$) bis in den Empfindungskreis $B$ hineinreichen.

Wären die Berührungsflächen zwischen der Haut und den Zirkelspitzen keine Flächen, sondern mathematische Punkte, oder würde der Abstand der Zirkelspitzen statt von den Berührungsmittelpunkten $ZZ$ und $Z'Z'$ u. s. w. von den Punkten $\alpha$ und $\alpha$, wo die Berührungskreise die Peripherie der Empfindungskreise $A$ und $C$ tangiren, gemessen, dann liesse sich nach E. H. Weber's Theorie durchaus nicht begreifen, warum der Abstand der Zirkelspitzen nicht genau proportional der Ausdehnung des Hauptstückes sein sollte. Da jedoch die Berührung der Haut, auch wenn sie mit einer sehr feinen Spitze ausgeübt wird, niemals punktförmig, sondern stets trichterförmig ist und sich auf diese Art gewissermassen mit einem „Zerstreuungskreise" umgibt, und da ferner die Peripherie dieses Zerstreuungskreises nie so scharf markirt ist, dass von ihr aus die Entfernung zweier solcher Zerstreuungskreise gemessen werden könnte, so darf man wohl die vorstehende auf Weber's Hypothese gebaute Erklärung als gegründet und ausreichend ansehen.

Die Grösse des Zerstreuungskreises, welcher um den Berührungsmittelpunkt herum entsteht, muss mit der Stärke des Druckes bei der Berührung und mit dem Spannungsgrad der Haut und deren Unterlage in Beziehung stehen und daher variabel sein. Den Druck und alles Übrige gleichgesetzt, dürfte es wohl wahrscheinlich sein, dass die Grösse des Zerstreuungskreises bei grösserer Spannung der Haut abnehmen werde und umgekehrt. Trägt man diesem Umstande in den schematischen Zeichnungen (Figur 10 bis 20) Rechnung, dann wird die Differenz zwischen den Abständen der Berührungsmittelpunkte vor und nach der Dehnung oder Zusammenziehung der Haut bedeutender, als sie sich bei der Annahme, dass der Zerstreuungskreis sich gleich bleibt (vgl. die Zeichnungen), herausstellt.

Sollte sich der Zerstreuungskreis in Folge der Spannung der Haut entgegen der obigen Vermuthung vergrössern und vice versa, so würde das entgegengesetzte Resultat folgen.

Übrigens glaube ich, dass eine erhebliche, die Messung wesentlich beeinflussende Veränderung des Durchmessers des Zerstreuungskreises doch nur in Folge sehr beträchtlicher Spannungsdifferenzen der Haut eintreten kann, und dass man bei geringen Spannungsgraden der Haut keinen erheblichen Fehler begehen



Digitized by Google

werde, den Durchmesser des Zerstreuungskreises als constant anzunehmen.

Ist aber der Durchmesser des Zerstreuungskreises constant oder wird derselbe durch Spannung der Haut statt kleiner grösser, durch Erschlaffung statt grösser kleiner, und hält man Weber's Hypothese und die von mir gegebene Erklärung der Messungen des Verhältnisses zwischen der Ausdehnung der Haut und dem Feinheitsgrade des Raumsinnes fest, so wird man in diesen Messungen das erste und bisher einzige Verfahren begrüssen müssen, durch welches ein Grenzwerth des absoluten Durchmessers der Weber'schen Empfindungskreise näherungsweise ausgemittelt werden könnte.

Unter den gemachten Voraussetzungen kann man in der That aus den vier in den Tabellen IV und V enthaltenen Bestimmungen mit Leichtigkeit einen Theil des unbekannten Durchmessers der Empfindungskreise berechnen und von dem unbekannten Durchmesser daher behaupten, dass er keinesfalls kleiner sein kann, als die berechnete Grösse. Damit ist nun freilich über die absolute Grösse des Empfindungskreises nichts gesagt, allein unsere Vorstellung von derselben ist doch wenigstens nach einer Seite hin limitirt, und man kann sich dieselbe nicht mehr „so klein denken, als man will".

Legen wir die Schemen Fig. 10 bis inclusive Fig. 18 zu Grunde, so gestaltet sich die Berechnung folgendermassen: $z'z' - z''z'' = 2m$, $m = \frac{z'z' - z''z''}{2}$, da aber $x : m = zz : z'z'$, so ist $x = \frac{mzz}{z'z'}$ also $x = \frac{zz(z'z' - z''z'')}{2z'z'}$.

Legt man der Berechnung hingegen Fig. 19 und 20 zu Grunde, dann entsteht zunächst die Frage, welcher der beiden Ausdehnungszustände der Haut der natürliche oder primäre sei. Ist der Zustand geringerer Ausdehnung (Figur 20) der primäre, so ist einfach $x = \frac{z''z'' - z'z'}{2}$; dies ist z. B. der Fall bei der Haut der Schwangeren. Ist hingegen der Zustand grösserer Ausdehnung (Fig. 19) der natürliche, so gibt (da $x : \frac{z''z'' - z'z'}{2} = zz : z'z'$) für $x$ offenbar die Formel $x = \frac{zz(z''z'' - z'z')}{2z'z'}$.

Übrigens hat schon Weber Auskunft über die verhältnissmässige Grösse der Empfindungskreise gegeben und behauptet,

Digitized by Google

„dass die Empfindungskreise in manchen Theilen der Haut noch ein-
„mal so gross gedacht werden müssten, als in anderen und dass sie
„in noch anderen Theilen der Haut, in welchen der Raumsinn noch
„stumpfer wäre, 5mal, 10mal, 20mal, 30mal, 40mal und sogar 50mal
„grösser angenommen werden müssten, als in den Theilen der
„Haut, wo der Raumsinn am feinsten ausgebildet sei". Diese Daten können nun mannigfach benützt werden, um die von mir angedeuteten Berechnungen der Wahrheit mehr anzunähern und vor groben Fehlern zu bewahren. Hätte man z. B. auf einer feiner fühlenden Hautstelle den Werth von $x$ bestimmt, so könnte man bezüglich des Durchmessers der Empfindungskreise einer 30mal stumpfer fühlenden Hautstelle behaupten, dass er mindestens 30 $x$ betragen müsse u. s. w. Der Werth der Grösse $x$ hängt aber wesentlich ab von der Ausdehnung oder Zusammenziehung der Haut und dem Verhältnisse zwischen dem Durchmesser des Berührungskreises (Zerstreuungskreises) und dem absoluten Durchmesser der Empfindungskreise, so zwar, dass für den Fall, dass der Durchmesser des Berührungskreises beträchtlich grösser ist, als der Durchmesser des Empfindungskreises und die Spannungsgrösse der Haut zugleich ein gewisses Mass überschreitet, der Werth von $x$ grösser ausfallen muss, als der Durchmesser der Empfindungskreise. Vgl. Fig. 21 und 22. Hiermit scheint nun das ganze Verfahren zur Bestimmung eines kleinsten Grenzwerthes des Durchmessers der Empfindungskreise über den Haufen geworfen zu sein. In der That ist es nicht zu leugnen, dass dieser Umstand meinem Verfahren den grössten Theil seiner ohnehin schon durch andere Momente vielfach beeinträchtigten Sicherheit raubt. So rasch glaube ich, darf man sich jedoch nicht entmuthigen und von dem betretenen Wege — dem einzigen, der bisher zum Ziele zu führen schien, — weil er nicht ganz eben ist, zurückschrecken lassen. Ich meine, es lohne sich doch der Mühe, den Versuch zu wagen, den Weg zu ebnen und vor Allem praktisch zu erproben, um zu sehen, wie die gewonnenen Resultate stimmen. Dass es wirklich zu vorschnell wäre, jeden weiteren Versuch mit dem vorgeschlagenen Verfahren aufzugeben, glaube ich durch folgende Bemerkungen begründen zu können.

Ich gebe zu erwägen, dass das angeführte Bedenken nur für den Fall gilt, dass 1. der Durchmesser der Empfindungskreise beträchtlich kleiner ist, als der Durchmesser des Zerstreuungs- oder

Digitized by Google

Berührungskreises und 2. die Ausdehnung oder Zusammenschrumpfung der Haut ein gewisses Mass überschreitet; während das Bedenken für alle anderen durch die Fig. 10 bis inclus. 20 illustrirten Fälle keine Bedeutung hat. Hiernach hätte man nur den Resultaten zu misstrauen, welche an besonders feinfühlenden Hautstellen bei beträchtlicher Dehnung oder Schrumpfung der Haut mit stumpfen Zirkelspitzen gewonnen wurden, nicht aber jenen, welche an stumpfer fühlenden Hautstellen gewonnen wurden.

Wollte man nun auch Messungen an feiner fühlenden Hautstellen mit feineren Zirkelspitzen bei leiserem Aufdrücken derselben und bei geringerer Ausdehnung und Schrumpfung der Haut für unstatthaft erklären, so bliebe doch noch ein Mittel diesen Ausfall zu decken. Das Mittel nämlich aus den unbezweifelten Bestimmungen an stumpfer fühlenden Hautstellen die verhältnissmässige Grösse des Durchmessers der Empfindungskreise zu berechnen, um auf diese Weise zu kleinsten Grenzwerthen zu kommen u. s. w.

Für jetzt will ich nicht weiter auf diesen Gegenstand, über den sich noch Vieles sagen liesse, eingehen, und so mögen denn die gegebenen Andeutungen genügen, welche noch länger zurückzuhalten ich um so weniger Veranlassung finde, als ich hoffen darf, durch dieselben auch andere Forscher zu weiteren Untersuchungen in diesem Gebiete anzuregen und zu Mitarbeitern zu gewinnen. Was ich bisher mitgetheilt habe sind Gedanken und Folgerungen, die sich mit Nothwendigkeit aus Weber's Lehre über den Raumsinn der Haut ergeben und früher oder später ausgesprochen werden mussten. Ich habe sie ausgesprochen, ohne damit für Weber's Lehre ganz und gar einstehen zu wollen, denn in den Grundzügen halte ich Weber's Lehre wohl für vollkommen richtig und begründet, nicht aber in der speciellen Ausführung, welche mir im Gegentheil ungenügend und einer Verbesserung sehr bedürftig erscheint.

Ich schliesse diesen Paragraph mit einem Ergebniss, welches für die Lehre vom Raumsinn überhaupt und für die vergleichenden Beobachtungen über die Feinheit des Raumsinnes der Haut bei Kindern und bei Erwachsenen insbesondere von Wichtigkeit ist.

Nach den Messungen, welche im §. 8 mitgetheilt sind, muss man schliessen, dass Kinder einen nicht unbeträchtlich feineren Raumsinn in der Haut besitzen, als Erwachsene. Dieses Factum hatte ich a priori erschlossen, indem ich erwog, dass unter übrigens

Digitized by Google

gleichen Umständen die Feinheit des Raumsinnes offenbar in einem entgegengesetzten Verhältnisse zur linearen oder quadratischen Ausdehnung der Haut stehen müsse. Die Erfahrung hat die Richtigkeit dieses Schlusses bestätigt, indem sich die vermutheten Differenzen in der That herausgestellt haben.

Diese Differenzen sind aber an vielen Stellen grösser ausgefallen, als sie bei den gemachten Voraussetzungen ausfallen konnten. Es lässt sich nämlich die Grösse der Abnahme der Feinheit des Raumsinnes, während des Wachsthumes und nach vollendetem Wachsthume, um so weniger nur aus der Vergrösserung der Hautoberfläche erklären, als nach dem oben aufgestellten Gesetze die Abnahme der Feinheit des Raumsinnes, der Zunahme der Hautausdehnung nicht einmal proportional ist.

Ich habe versucht die Vergrösserung der Hautausdehnung zu berechnen, welche nöthig wäre, um die (Tab. I) für die Knaben angegebenen Feinheitsgrade soweit abzustumpfen, dass sie mit den Feinheitsgraden des Erwachsenen stimmen.

Ich habe hierbei an vielen Stellen, selbst unter der Voraussetzung, dass die Abnahme der Feinheit des Raumsinnes genau proportional sei der Zunahme der Hautausdehnung, solche Werthe erhalten, dass die Knaben zum Theil in riesigen Dimensionen auswachsen müssten, um die gewöhnlichen Feinheitsgrade Erwachsener zu bekommen.

Hieraus ergibt sich nun mit Nothwendigkeit der Satz: dass während des Wachsthumes eine Vergrösserung der Empfindungskreise nicht nur in Folge der Zunahme der Hautoberfläche, sondern auch in Folge gewisser, für verschiedene Regionen verschieden grosser Veränderungen der unbekannten Einrichtungen der Centralorgane stattfindet.

An die Möglichkeit solcher Veränderungen in den Centralorganen, welche schon a priori mehr als wahrscheinlich erscheinen muss, habe ich von Anfang an gedacht und auf dieselbe zu wiederholten Malen in den vorhergehenden Mittheilungen hingewiesen, obschon ich geflissentlich keine weitere Rücksicht darauf genommen habe, um meine Betrachtungen, welche jetzt in mehrfacher Weise zu modifiziren und zu ergänzen sind, unter den einmal gemachten Voraussetzungen consequent zu Ende bringen zu können.

Digitized by Google

Eine ähnliche Vergrösserung der Empfindungskreise, welche Lichtenfels[1]) nach der Einwirkung narcotischer Gifte auf das Hirn (Atropin, Daturin, Morphin etc.) auftreten sah, muss ich auf Grund der obigen Mittheilungen für eine normale, physiologische, das Wachsthum des Gehirns begleitende Erscheinung erklären.

Die Bestätigung dieses Satzes durch die directen Beobachtungen an den vier Knaben erst noch abzuwarten, halte ich desshalb für überflüssig, als dieselbe gar nicht ausbleiben kann, da mit voller Sicherheit anzunehmen ist, dass weder sämmtliche vier Knaben zu Riesen auswachsen, noch auch alle vier einen ausnahmsweise und abnorm feinen Raumsinn behalten werden.

§. 11. Beobachtungen über das Wahrnehmen gleichzeitiger, heterogener Eindrücke, welche einander so nahe gerückt sind, dass sie nicht mehr räumlich unterschieden werden.

Ich habe Reihen von Versuchen angestellt, um zu erfahren, wie zwei gleichzeitige aber ungleiche Eindrücke gefühlt werden, wenn man sie innerhalb eines Hautbezirkes applicirt, dessen Durchmesser zu klein ist, als dass daselbst zwei gleichzeitig aufgesetzte Zirkelspitzen deutlich unterschieden werden könnten.

Diese Versuche wurden folgendermassen angestellt. Ich bestimmte zuerst vermittelst des Zirkels in verschiedenen Hautregionen die Grösse des Bezirkes, innerhalb welches die gleichzeitigen und gleichen Eindrücke der Zirkelspitzen zu einer einzigen Empfindung verschmolzen. Nachdem ich diesen sorgfältig bestimmten Bezirk mit Tusche umrissen hatte, setzte ich an zwei beliebigen Punkten desselben statt der Zirkelspitzen zwei sehr kleine Reagensgläschen, von denen das eine mit heissem Öl, das andere mit einer Kältemischung gefüllt war, mit ihren abgerundeten unteren Enden auf.

Das übereinstimmende Resultat meiner auf diese Art an mir und Anderen auf den verschiedensten Hautregionen ausgeführten Versuche ist nun folgendes. Man unterscheidet unter den angegebenen Bedingungen den Kälteeindruck des einen Gläschens deutlich von dem Wärmeeindruck des anderen, allein (und dies versetzt den Beobachter in eine eigenthümliche, nicht zu beschreibende Verwir-

[1]) Sitzb. d. kais. Akademie d. Wissensch. zu Wien. VI, S. 338.

Digitized by Google

rung) man hat keine Ahnung von ihrem Nebeneinander; man kann durchaus nicht angeben, ob der Wärmeeindruck rechts oder links, nach vorn oder hinten von dem Kälteeindruck sich befindet. Manchmal glaubt man zwar, die räumliche Disposition der Eindrücke wahrzunehmen, gibt dann aber regelmässig das gerade Gegentheil von Dem an, was wirklich stattfindet. Ich erwähne dieses Umstandes, weil er sich in meinen Versuchsreihen so oft wiederholt hat, dass ich ihn kaum für ganz zufällig halten kann. Erst wenn man die verschieden temperirten Gläschen in solchem Abstande von einander mit der Haut in Berührung bringt, als zur räumlichen Unterscheidung zweier Zirkelspitzen erforderlich ist, erst dann nimmt man auch die räumliche Disposition jener heterogenen Eindrücke wahr.

Noch muss ich folgende bei diesen Versuchen gemachte Bemerkungen mittheilen. So lange die Eindrücke innerhalb jenes Bezirkes applicirt werden, schweben die beiden gleichzeitigen aber heterogenen Empfindungen unbestimmt im Raume, etwa wie zwei Gehörsempfindungen, und scheinen gar keine Neigung zu haben, sich zu einer Empfindung zu mischen, ja es scheint unter Umständen ein Schwanken der Wahrnehmung, ähnlich dem beim sogenannten Wettstreite der Sehfelder, Platz zu greifen.

Indem ich die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf diese Erscheinungen, welche eine eingehendere Untersuchung verdienten, lenke, erlaube ich mir nur noch zu bemerken, dass dieselben kaum leichter und einfacher als durch die Annahme fester Empfindungskreise für den Raumsinn zu erklären sein dürften.

## §. 12. Theoretische Bemerkungen.

Man ist von verschiedenen Principien ausgegangen, um die Wahrnehmungen des Raumsinnes überhaupt, ferner die in verschiedenen Regionen des Körpers verschiedenen Grade der Feinheit desselben, und endlich das Verschmelzen zweier gleichzeitiger, gleichartiger Eindrücke zu einer Empfindung, wenn dieselbe über ein nach den verschiedenen Hautregionen verschiedenes Mass sich einander nähern, zu erklären. Bekanntlich stehen sich gegenwärtig zwei differente Erklärungsversuche gegenüber, von denen der eine durch E. H. Weber, der andere durch Lotze und Meissner vertreten wird.

Digitized by Google

E. H. Weber [1]) nimmt gewisse feste geometrische Verhältnisse in der Anordnung der peripherischen Nervenverbreitung an, auf denen „sich Gestalten, Entfernungen und Bewegungen der wahr-„zunehmenden Körper gleichsam abbilden können" und „von denen „die Seele gewissermassen ein Bild im Gehirn haben würde, zusam-„mengesetzt aus einer Anzahl von Raumelementen, deren jedes durch „eine sensible Primitivfaser vertreten würde, so dass die Seele dann „im Stande wäre, vermöge dieser bestehenden Einrichtung „direct die die Haut treffenden Reize hinsichtlich ihres Ortes zu „bestimmen, gleichsam abzulesen".

Lotze [2]) hingegen, welchem Meissner folgt, leugnet die Existenz der festen Empfindungskreise überhaupt und die Existenz jener Anordnung, welche Weber den festen Empfindungskreisen gibt, insbesondere, denn nach ihm schliesst „die regelmässige räum-„liche Lage der einzelnen afficirten Nervenpunkte nicht die gleiche „Nothwendigkeit ein, dass die Seele auch in ihren Empfindungen „die entsprechende Form räumlicher Association wiederhole," und lassen sich die Erfahrungen mit der von Weber angenommenen Anordnung der Empfindungskreise zum grossen Theile nicht in Einklang bringen.

Lotze ist der Meinung, dass sich die Erfahrungen „ohne die „Annahme fester Empfindungskreise befriedigend nach dem Satze „deuten lassen, dass zwei Empfindungen um so deutlicher geschie-„den werden, je differenter, um so undeutlicher, je identischer ihr „qualitativer Inhalt sammt den Localgefühlen ist."

Ich für meine Person bin der Meinung, dass keine der beiden Theorien vollkommen ausreichend und tadellos sei, dass vielmehr erst durch die Verschmelzung beider eine völlig stichhaltige und befriedigende Ansicht gewonnen werden könne.

Eine Verschmelzung des Brauchbaren beider Theorien ist aber nicht nur wünschenswerth, sondern, wie ich im Folgenden zeigen werde, in der That auch möglich.

Dass man sich bei Weber's Hypothese nicht beruhigen könne, geht, wie mir scheint, schon daraus hervor, dass Weber eine

---

[1]) Wagner's Handwörterb. Art. „Tastsinn" und Berichte der kön. sächs. Ges. d. W. zu Leipzig. 1852, II, S. 85: „Über den Raumsinn".

[2]) Medicinische Psychologie 1852.

Digitized by Google

Anordnung der Enden der sensitiven Nerven voraussetzt, welche durch den wirklichen anatomischen Befund nicht im Entferntesten gerechtfertigt oder auch nur wahrscheinlich gemacht wird; solche scharf abgegrenzt neben einander liegende Verästelungsgebiete der einzelnen Primitivfibrillen, oder etwas der Art, hat noch Niemand in der menschlichen Haut gesehen und vermittelst des Mikroskopes nachgewiesen [1]).

Die Lotze-Meissner'sche Hypothese ist aber eben so wenig stichhaltig, als die Weber'sche, indem dieselbe gar nichts von festen Empfindungskreisen wissen will, — da doch ohne die Annahme einer Beziehung zwischen fixen, correspondirenden, geometrischen Verhältnissen an der Peripherie und im Centrum eine Erklärung gewisser Erfahrungen unmöglich ist; oder wie wollten Lotze und Meissner im Sinne ihrer Ansicht die im §. 10 niedergelegten Erfahrungen über das Verhältniss zwischen der Ab- und Zunahme der linearen Ausdehnung der Haut und der dadurch gesetzten Veränderung des Feinheitsgrades des Raumsinnes, auf eine ungezwungene Weise deuten? wie die in Folge des Wachsthumes eintretende Abstumpfung der Feinheit des Raumsinnes?

Ich wenigstens weiss diesen Einwürfen im Sinne der Auseinandersetzung Meissner's [2]) nicht zu begegnen. Ja es will mir sogar

---

[1]) Vergl. Meissner's Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig 1853.

[2]) A. a. O., S. 44: „Ein jeder Reiz, welcher die Haut an irgend einer Stelle trifft, wird nothwendig, mag er noch so beschränkt und fein sein, mehr als einen sensiblen Punkt treffen, da einerseits an vielen Hautstellen die sensiblen Punkte so nahe an einander gerückt sind, dass schon die Wirkung des Reizes in gerader, senkrechter Richtung ihrer mehrere treffen muss, und da andererseits neben dieser Wirkung auch eine in seitlicher Richtung, im Umkreis jener, stattfinden muss, gewissermassen ein Zerstreuungskreis des Reizes gebildet wird. Bei der Einwirkung jedes Druckes, jedes Tastreizes also wird ein Complex von sensiblen Punkten erregt. Es ist nun kein Grund vorhanden anzunehmen, dass dies Verhältniss, welches immer stattfinden muss, nicht auch von Bedeutung für das Zustandekommen des Inhalts der entsprechenden Empfindung sein sollte; und so ist es denkbar, dass vielleicht die Erregung der Punkte, welche dem Zerstreuungs- oder Irradiationskreise eines Reizes angehören, in irgend welcher Weise für die Seele das Localzeichen des Reizes ausmacht, dessen eigener qualitativer Inhalt dann durch die Wirkung in gerader Richtung, durch die Erregung der Punkte, welche das Centrum des Irradiationskreises bilden, wahrgenommen würde. Ist es nun erlaubt anzunehmen, dass die Erregung einer bestimmten Zahl sensibler Punkte einen solchen Irradiationskreis, soferne er für die Seele das Localzeichen abgeben soll, bilden muss, so dass also dann wohl zu unterscheiden sein würde, zwischen einem blos physicalischen Zerstreuungskreise,

Digitized by Google

scheinen, dass sich die Lotze-Meissner'sche Hypothese vergebens bemüht, die Verschiedenheiten der Genauigkeit der Ortsempfindung einfach durch die grössere oder geringere Zahl der sensiblen Punkte auf einer Hautstrecke von gegebener Grösse zu erklären. Denn, wenn, wie Meissner sagt, an irgend einer Hautstelle „die Erregung von *a* Punkten erforderlich ist, um einen als physiologische Einheit functionirenden Irradiationskreis zu bilden," so kann die Folge einer Abnahme der relativen Zahl der sensiblen Punkte, offenbar nur die sein, dass die Bildung eines solchen aus *a* Punkten bestehenden Irradiationskreises caeteris paribus nicht mehr möglich ist, indem der „blos physicalische Zerstreuungskreis," dessen Bedeutung Meissner ganz übersieht, nicht mehr die erforderliche Zahl von *a* Punkten, welche ja nun auf einer grösseren Fläche zerstreut stehen, als früher, während der Zerstreuungskreis noch immer denselben Durchmesser hat, erregen kann.

Man begreift durchaus nicht, was es unter diesen Umständen helfen soll, wenn man zwei Reize, deren Irradiationskreise zusammen eine Hautstrecke einnehmen, wo nur *a* sensible Punkte sind und desshalb nicht gesondert empfunden werden, weiter von einander rückt, denn ihre Irradiationskreise können sich offenbar niemals aus je „*a*" verschiedenen Punkten zusammensetzen, somit niemals als gesonderte physiologische Einheiten functioniren, es sei denn, es vergrösserte sich ihr Durchmesser in einem der relativen Menge der sensiblen Punkte entsprechenden Verhältnisse. Sieht man aber von einer im obigen Sinne erforderlichen, bestimmten Anzahl „*a*" von sensiblen Punkten ganz ab, und betont die „Verschiedenheit" derselben,

---

welcher nicht weiter in Betracht kommt (?!) und einem physiologischen Zerstreuungskreise, so wird sich ein directer Zusammenhang zwischen der Zahl der sensiblen Punkte auf einer Hautstrecke von gegebener Grösse und dem Grade der Feinheit der Gliederung der Localzeichen, oder der Zahl verschiedener Localzeichen, die dort entstehen können, ergeben. Ist die Erregung von *a* sensiblen Punkten erforderlich, um einen in obigem Sinne als physiologische Einheit functionirenden Irradiationskreis zu bilden, so werden die Irradiationskreise zweier Reize, welche innerhalb einer Hautstrecke erfolgen, wo nur *a* sensible Punkte sind, aus denselben sensiblen Punkten sich zusammensetzen und somit ein und dasselbe Localzeichen für beide Reize vermitteln, welche also nicht gesondert empfunden werden; sie werden erst gesondert wahrgenommen werden, wenn sie so weit von einander gerückt sind, dass ihre Irradiationskreise sich jeder aus *a* verschiedenen Punkten zusammensetzt, oder vielleicht wenigstens einen Theil der sie bildenden sensiblen Punkte verschieden haben."

Digitized by Google

dann hat man es streng genommen schon mit „bestehenden," „festen" Einrichtungen zu thun, durch welche die Seele in den Stand gesetzt wird, die die Haut treffenden Reize hinsichtlich ihres Ortes zu bestimmen.

Und in der That, ich sehe nicht ein, was uns hindern sollte, feste Empfindungskreise, d. h. gewisse fixe Bezirke in der Haut anzunehmen, welche im Sensorium Raumeinheiten repräsentiren, so richtig es auch sein mag, wenn Lotze lehrt: „Was für die Seele da sein soll, muss auf sie wirken; so wie nicht das Dasein eines Objectes, sondern nur der Druck oder Stoss, den es ausübt, eine Empfindung motivirt, so motivirt alle räumliche Lagerung und Nachbarschaft erregter Nervenenden nicht im aller Mindesten eine ähnliche Lagerung und Nachbarschaft der von ihnen erregten Empfindungen."

„Alle diese räumlichen Verhältnisse zwischen den verschiedenen Erregungen des Körpers sind nur ein Material, das wahrgenommen werden kann, und dann wahrgenommen wird, wenn es einen Eindruck zu machen versteht, das jedoch so lange wie nicht vorhanden ist, als es nur vorhanden ist und jenen Eindruck nicht macht. — Für die Beurtheilung des anatomischen Baues der Sinnesorgane geht nun hieraus eine allgemeine Maxime hervor: finden wir irgendwo Veranstaltungen getroffen, um eine Vielheit äusserer Reize in geordneten geometrischen Verhältnissen auf das Nervensystem wirken zu lassen, so sind uns solche Einrichtungen als Andeutungen wichtig, dass die Natur aus jenen räumlichen Beziehungen etwas für das Bewusstsein zu machen beabsichtigt, an sich jedoch erklären sie Nichts, und es ist nothwendig, überall in den Sinnesorganen zugleich jene anderen Mittel aufzusuchen, durch welche die Lage der erregten Punkte noch neben ihrer qualitativen Erregung auf die Seele zu wirken vermag."

Hiernach wird man zwar zugeben müssen, dass die festen Empfindungskreise „an sich Nichts erklären", allein man ist weder berechtigt noch genöthigt, dieselben zu leugnen. Lotze hat durch die aus seinen Grundanschauungen mit Nothwendigkeit sich ergebenden Folgerungen — das Princip der festen Empfindungskreise keineswegs widerlegt, sondern nur gezeigt, dass dieses Princip einer höheren Begründung bedarf. Statt nun zu versuchen, diese höhere Begründung zu geben und die willkürlichen und ungenügenden Annahmen Weber's zu modificiren, hat Lotze die ganz neue

Digitized by Google

Theorie eines „abgestuften Systems von Localzeichen“ in der Meinung aufgestellt, „die Localisation der Empfindungselemente in der räumlichen Anschauung“ nun besser, d. h. wirklich erklären zu können. Allein bei Lichte besehen, ist es nicht zu leugnen, dass Lotze mit seiner Theorie der Localzeichen im Grunde eben so wenig oder eben so viel erklärt wie Weber, wenn er sagt, dass „die Empfindungen, die ein jeder Empfindungskreis hervorbringt, in uns die Vorstellung von einem Raumelemente erweckt,“ und dass „die dunkle Erinnerung, wie viel unberührte Empfindungskreise (auf welchen wir schon oft Empfindungen gehabt haben), zwischen den berührten Empfindungskreisen der Haut liegen, in uns die Vorstellung von einem Zwischenraum erweckt, der um so grösser zu sein scheint, je mehr unberührte Empfindungskreise von dem Zirkel überspannt werden;“ — denn „gesetzt auch, der Seele werde mit jeder qualitativen Empfindung zugleich jenes Localzeichen zugeführt, das nun bestehen möge, worin es wolle, ist es nicht dennoch eine Erschleichung,“ wenn Lotze behauptet, „dass sie hierdurch allein befähigt und genöthigt würde, ihre Empfindungen nicht nur überhaupt aus einander zu halten, sondern sie auch räumlich von einander zu scheiden?“

Diese Frage muss man meiner Ansicht nach ohne Rückhalt, vollständig, (nicht nur zum Theil wie Lotze will), bejahen. „Zwar, dass das Bewusstsein jene Empfindungen, welche sich mit verschiedenen Localzeichen associirt haben, überhaupt aus einander halten müsse, dürfen wir als gewiss ansehen; aber allerdings würde ihre Unterscheidung ja noch immer in jener intensiven Weise erfolgen können, in welcher wir die gleichen Töne von verschiedenem Timbre wahrnehmen, sie aus einander haltend zwar, aber doch nicht so, dass ihre Unterschiede als räumliche Distanzen erschienen.“

Es ist vergebens, wenn Lotze diesem vernichtenden Einwurf, welchen er sich übrigens selbst macht, durch Folgendes begegnen will: „Sind einmal alle geometrischen Verhältnisse, welche zwischen den Theilen der äusseren Reize und noch zwischen den ihnen entsprechenden Eindrücken im Nerven bestanden, in dem blos intensiven Dasein verschwunden, welches den Vorstellungen in der Seele allein zukommt, und sollen sie aus diesem reconstruirt werden, so müssen an den einzelnen Empfindungen intensive Merkzeichen angebracht sein, welche die Lage ihrer Objecte im Raume vertreten, und aus welchen die Seele die räumliche Ordnung wieder herstellen kann.

Digitized by Google

Hierzu allein sollen jene Localzeichen dienen.“ Denn hat Lotze durch seine Theorie der Localzeichen nicht mehr thun wollen und zu thun geglaubt, als überhaupt die Nothwendigkeit intensiver Erregungen bei der Überleitung geometrischer Verhältnisse zur Seele behufs räumlicher Anschauungen zu urgiren; so hätte er sich begnügen können, einfach darauf hinzuweisen, dass eine Anschauung der wirklichen Lage äusserer Objecte nicht auf dem Wege der „Auffassung“, sondern nur auf dem der „Wiedererzeugung der Räumlichkeit“ vermittelt werden könne, und, dass die räumliche Lagerung und Nachbarschaft der durch die festen, in bestimmter Weise angeordneten Empfindungskreise vermittelten Erregungen, einen Eindruck auf die Seele zu machen versteht und so, auf eine freilich bisher unerklärbare Art eine ähnliche Lagerung und Nachbarschaft der von ihnen gesetzten Empfindungen motivirt.

Ich halte mich nach den vorausgeschickten Bemerkungen für berechtigt, in einer neu zu formulirenden Theorie des Raumsinnes der Haut, einerseits an der Existenz der fixen Empfindungskreise, welche ich freilich anders definire als Weber, nach welchem Empfindungskreis und Verästelungsbezirk einer Primitivfibrille identisch sind, festzuhalten, andererseits aber auch die aus Lotze's Grundanschauungen nothwendig sich ergebende Forderung intensiver Localzeichen aufzunehmen und zu berücksichtigen.

Meine, die Ansichten Lotze's und Weber's vermittelnde Hypothese würde sich folgendermassen gestalten.

Jede einzelne Nervenfibrille hat ein gewisses Verästelungsgebiet in der Haut, und es liegen diese zahllosen Verästelungsgebiete nicht scharf begrenzt neben einander, wie Weber meint, sondern greifen vielfach in einander ein, d. h. sie decken sich zum Theil, so zwar, dass es fast keine Bezirke in der Haut gibt, welche nur von einer einzigen Primitivfibrille versorgt würden, und dass die Haut nirgends von einem Reize getroffen werden kann, er sei noch so fein und beschränkt, ohne dass hierdurch eine Summe von Nervenfibrillen erregt würde.

Trotz der Erregung mehrerer Nervenfibrillen durch einen einfachen und beschränkten Reiz entsteht aber, wie die Erfahrung lehrt, doch auf keiner Hautstelle eine vielfache Empfindung, selbst mehrere gleichzeitige und gleiche Reize, ja sogar heterogene Reize (vergl. §. 11) verschmelzen zu einer räumlich

Digitized by Google

untrennbaren Wahrnehmung, wenn dieselben über ein nach den verschiedenen Hautregionen verschiedenes Mass einander genähert sind. Man kann also überall in der Haut Bezirke von bestimmter Grösse und Gestalt nachweisen und vermittelst eines Zirkels messen und umschreiben, innerhalb welcher eine räumliche Trennung und Unterscheidung zweier oder mehrerer Eindrücke nicht mehr möglich ist. Dies e Bezirke nun nenne ich Empfindungskreise. Jede Nervenfibrille gibt nämlich der durch sie vermittelten Empfindung ein besonderes Localzeichen mit, das ein Glied eines stätig abgestuften Systems ist, welches System in directer, vorläufig nicht näher erklärbarer Beziehung steht, zu den fixen, correspondirenden, geometrischen Verhältnissen des centralen und des peripherischen Nervensystems.

Je weiter im Allgemeinen die Verästelungsgebiete zweier Fibrillen aus einander liegen, desto differenter sind die ihnen eigenthümlichen Localzeichen, während Fibrillen, deren Verästelungsgebiete hart an einander stossen oder gar in einander übergreifen, fast gleiche oder nur sehr wenig differente Localzeichen vermitteln. Doch hängt der Unterschied der Localzeichen verschiedener Fibrillen nicht etwa lediglich von dem Verhältnisse ihrer peripherischen Verästelungsgebiete ab, sondern auch und zwar wesentlich von gewissen bisher noch unbekannten Anordnungen in den Centralorganen. Jede einzelne jener Primitivfibrillen, welche sich innerhalb eines Empfindungskreises verästeln, gibt zwar der durch sie vermittelten Empfindung ein ihr eigenes Localzeichen mit, allein dieses unterscheidet sich so wenig von den Localzeichen jeder anderen zu demselben Empfindungskreise gehörigen Fibrille, dass die in Folge eines oder mehrerer innerhalb der Grenzen eines Empfindungskreises applicirten Reize erregten Empfindungen unaufhaltsam in eine räumlich einheitliche Wahrnehmung zusammenfliessen müssen. Jeder Empfindungskreis repräsentirt daher im Sensorium eine zusammengesetzte Raumeinheit — ein Raumelement höherer Ordnung. Das, was ich die den einzelnen Fibrillen eigenthümlichen Localzeichen genannt habe, entspricht gewissermassen dem Weber'schen Begriff eines Empfindungskreises; während Das, was ich unter „Empfindungskreis" verstehe, insofern mit Meissner's „physiologischen Zerstreuungs- oder Irradiationskreis" zusammenfällt, als beide in unserer Vorstellung eine Raumeinheit repräsentiren, darin aber wesent-

Digitized by Google

lich sich unterscheidet, dass jeder meiner Empfindungskreise einen fixen Complex von sensiblen Punkten, welche in unbestimmter beliebiger Anzahl erregt, immer ein gewisses Raumelement repräsentiren, umfasst, während die Erregung einer „bestimmten Zahl sensitiver Punkte" einen Meissner'schen Irradiationskreis „so fern er für die Seele das Localzeichen abgeben soll, erst „bilden muss."

Was die Anordnung der Empfindungskreise in der Haut betrifft, so muss man sich dieselbe erfahrungsgemäss unter dem Bilde von unendlich vielen Kreisen oder Ellipsen denken, welche bestimmte Durchmesser haben und sich interferiren, d. h. sich zum Theile (und zwar zum grössten) decken (Vergl. Fig. 23), denn versucht man die Empfindungskreise vermittelst des Cirkels in bekannter Weise zu bestimmen und mit Tusche graphisch auf der Haut darzustellen, so findet man leicht, dass die Mittelpunkte derselben die ganze Hautfläche stätig erfüllen [1]). Jeder sensible Hautpunkt

---

[1]) Ich habe schon vor mehr als 6 Jahren den Gedanken an eine Interferenz der Empfindungskreise ausgesprochen und für die Theorie des Raumsinnes zu verwerthen gesucht. („Über die Hautnerven des Frosches". Müll. Arch. 1849, Seite 252.) Damals hielt ich mich noch ganz an die Weber'schen Begriffsbestimmungen, und meine Bemerkungen sollten nur ein Amendement der Weber'schen und keine neue Hypothese sein. Weber aber hat sich nicht die Mühe genommen das Wort „interferiren" in dem von mir gebrauchten Sinne zu verstehen und geglaubt durch folgende Verdrehung des Sinnes meiner Worte das unbequeme Amendement mit einem, auf eine nichtssagende Phrase gestützten Machtspruch zu vernichten. Weber sagt (l. c. „über den Raumsinn" Seite 118): „Verstehe ich dieses Wort (das sich Interferiren der Empfindungskreise) richtig, so meint er (ich) die Empfindungskreise grenzten nicht blos an einander, sondern sie deckten sich zum Theil und an den Orten wo sie sich deckten, störten (?!) sich die daselbst ausgebreiteten Nerven einander in ihrer Function, so dass man dort keine scharfen räumlich unterscheidbaren Eindrücke erhalten könnte. Allein es ist nicht anzunehmen, dass die Nerven sich so verbreiten, dass sie sich gegenseitig stören (!) und in ihren Wirkungen vernichten!"

Ich halte jede Erwiederung hierauf nunmehr für überflüssig, da ich überzeugt bin, dass Weber bei genauerer Überlegung das Missverständniss, das seinen sonst so klaren Blick nur in einem Moment einer (übrigens unerklärbaren) Gereiztheit trüben konnte, längst selbst erkannt und bei sich berichtigt habe und ferner, dass er nicht mehr geneigt sein kann, einerseits die durch keine anatomische Thatsache gestützte Annahme scharf begrenzt neben einander liegender Verästelungsgebiete der Primitivfibrillen noch festhalten, andererseits das factische Zusammenfliessen seiner Empfindungskreise zu höheren Raumeinheiten, — den von mir so genannten Empfindungskreisen, und deren auf dem Wege des Experimentes exact nachweisbaren Interferenz leugnen zu wollen.



Digitized by Google

gehört daher vielen Empfindungskreisen an, nimmt aber in jedem derselben eine andere relative Lage zum Mittelpunkte ein. In so weit die Empfindungskreise dieselben sensiblen Punkte gemeinschaftlich umfassen — sich decken, in so weit fallen auch die durch diese Empfindungskreise repräsentirten Raumeinheiten zusammen, so dass in uns die Vorstellung eines nach zwei Dimensionen des Raumes ausgedehnten Continuums erweckt wird.

Es sind hiermit die bestimmten Zahlen- und Raumverhältnisse in der Anordnung des Nervensystems zu „Qualitäten der Reize" geworden, deren Localitäten sie zur Wahrnehmung bringen, und so wird denn unser intensives Raumbild mit den verschiedenen Tast-, Druck- und Temperatur-Empfindungen gefüllt, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass wir unsere Empfindungen in ein uns schon von vornherein bekanntes, a priori gegebenes Raumschema eintragen.

Jede durch die Reizung einer einzigen oder beliebig vieler sensiblen Punkte erregte Empfindung nimmt eine bestimmte Stelle unseres Raumbildes ein. Die völlige räumliche Trennung und Unterscheidung zweier gleichzeitiger Empfindungen, welche durch zwei benachbarte Reize erweckt werden, kann aber erst dann stattfinden, wenn in uns die Vorstellung eines Zwischenraumes zwischen den Localitäten jener beiden Empfindungen entsteht. Dieser Zwischenraum kann uns leer oder gefüllt, gross oder klein, verschwindend klein erscheinen, wir müssen aber eine Vorstellung von ihm haben, wenn wir zwei Empfindungen räumlich getrennt wahrnehmen wollen. Der hierzu nöthige Abstand der Reize von einander auf der Haut muss daher wenigstens so viel betragen,

---

Schliesslich bemerke ich, dass nur Koelliker (Micr. Anatomie. 1850. Bd. II, 1. Hälfte, Seite 36—43) den von mir zuerst ausgesprochenen Gedanken an eine Interferenz der Empfindungskreise richtig gewürdigt und verwerthet hat, obschon er eine meiner damaligen Voraussetzungen, welche ich jetzt nicht mehr festhalte, missverstanden, aber nicht wie Meissner zu glauben scheint (l. c. Seite 41) widerlegt hat. Wenn Koelliker übrigens sagt (l. c. Seite 40): „man müsste die Empfindungskreise Weber's gewissermassen ins Rückenmark an die Enden der eigentlichen Rückenmarksfasern von Volkmann verlegen, dieselben ebenfalls verschieden gross annehmen und mit Czermak sich interferiren lassen," so hatte er offenbar eine Ahnung von den von mir charakterisirten Empfindungskreisen und ich kann daher nicht zweifeln, dass sich Koelliker meiner vermittelnden Hypothese völlig anschliessen wird.

Digitized by Google

dass jeder von ihnen solche sensible Punkte erregt, welche nicht zu *demselben* Empfindungskreise oder zu, in grösster Ausdehnung sich interferirenden Empfindungskreisen gehören.

Nach meiner Ansicht genügt es also nicht, dass, wie *Meissner* sagt, „die beiden Reize so weit aus einander gerückt werden, dass ihre physiologischen Irradiationskreise sich jeder aus *a* verschiedenen Punkten zusammengesetzt oder vielleicht wenigstens einen Theil der sie bildenden sensiblen Punkte verschieden haben," sondern diese verschiedenen Punkte dürfen *überdies* auch nicht innerhalb eines und desselben Empfindungskreises liegen, — denn es existirt ein directer Zusammenhang zwischen der Zahl der sensiblen Punkte auf einer Hautstrecke von gegebener Grösse und dem Grade der Feinheit der Gliederung der Localzeichen oder der Zahl verschiedener Localzeichen, die dort erstehen können," *nicht in der Weise*, wie *Meissner* will, dass „die Erregung einer *bestimmten Zahl* sensibler Punkte einen Irradiationskreis, sofern er für die Seele das Localzeichen abgeben soll, bilden muss," sondern in *der Art*, dass an Orten, wo die relative Menge der sensiblen Punkte grösser ist, zugleich in Folge gewisser fixer, correspondirender, geometrischer Verhältnisse in der Peripherie und im Centrum auch die Empfindungskreise kleinere Durchmesser haben, und vice versa.

Für die Bildung des aus den Localzeichen der einzelnen erregten Nervenfibrillen resultirenden Localzeichens *höherer Ordnung* — des „als physiologische Einheit functionirenden Irradiationskreises" *Meissner's* ist eben nicht die *Zahl* der gereizten sensiblen Punkte, welche ja auch in so ferne *zufällig* ist, als sie von dem Durchmesser des physicalischen Zerstreuungskreises abhängt, das *Wesentliche*, sondern die *Stellung* der den einzelnen Nervenfibrillen, welche durch den Reiz getroffen sind, eigenthümlichen Localzeichen in dem stätig „abgestuften System der Localzeichen," welches, den Ausdruck der Feinheit seiner Gliederung in dem *Durchmesser* der fixen, von mir so genannten Empfindungskreise findend, auf eine freilich bisher *unerklärbare* Weise durch gewisse correspondirende Anordnungen in dem peripherischen und centralen Nervensysteme bedingt ist [1]). Die

[1]) Hiermit werden sich *Lotze* und *Meissner* schliesslich einverstanden erklären können und müssen, da einerseits ihrer Forderung „intensiver Lokalzeichen"



Digitized by Google

erforderliche Grösse des Abstandes zweier benachbarter Reize von einander auf der Haut, wenn sie räumlich getrennt empfunden werden sollen, hängt also wesentlich ab:

1. von der Grösse des Durchmessers der Empfindungskreise der betreffenden Hautstelle, denn der Abstand kann unter gewöhnlichen Umständen nicht kleiner sein als der Durchmesser eines Empfindungskreises;

2. von der Grösse der „physicalischen Zerstreuungskreise" der Reize, denn je grösser der Durchmesser derselben ist, desto weiter muss man die Reize von einander entfernen, soll ein ganzer Empfindungskreis oder mehr zwischen beiden völlig unberührt bleiben; und

3. von der Übung und Anfmerksamkeit des Individuums, denn nach diesen subjectiven Momenten richtet sich die Grösse des die Empfindungen trennenden Zwischenraumes, welche erforderlich ist, damit das Individuum denselben wahrzunehmen im Stande sei; hierin liegt zugleich die Möglichkeit einer Ausbildung und Verfeinerung des Raumsinnes.

Die bisher mitgetheilten Erörterungen haben wohl meine die beiden Eingangs charakterisirten Anschauungen vermittelnde, so zu sagen eklektische Theorie des Raumsinnes der Haut überhaupt und ihr Verhältniss zu den beiden anderen Theorien klar genug auseinandergesetzt, so dass ich, ohne Missverständnisse befürchten zu müssen, mich der Mühe überheben darf, auf weiteres Detail, welches mit Nothwendigkeit aus den gegebenen Prämissen fliesst, einzugehen.

Ich erlaube mir nur noch hervorzuheben, dass sich im Sinne meiner Hypothese die Resultate aller bisher bekannten Experimente so weit, als sie überhaupt erklärbar sind, auf die einfachste

---

Genüge geschieht und da sie andererseits gegen meine Hypothese und zu Gunsten ihrer Anschauungsweise nicht geltend machen dürfen, dass die erstere ein Erklärungsversuch sei, der eigentlich Nichts erkläre; und zwar aus dem einfachen Grunde nicht, weil ihre Anschauungsweise, wie oben nachgewiesen wurde, ebenso wenig erklärt als die meine—mit dem Unterschiede jedoch, dass ich die Erklärung gewisser Grundverhältnisse offen als (für jetzt und vielleicht für immer) unmöglich bezeichne, während sie dieselben zwar ebenso wenig geben, sondern durch eine Erschleichung höchstens vortäuschen können, und ferner, dass sich wohl mit meiner, aber nicht mit ihrer Hypothese die Resultate aller Experimente etc. auf die ungezwungenste Weise in Einklang bringen lassen.

Digitized by Google

Weise erklären lassen, und dass meine Hypothese mit keiner der anatomischen Thatsachen, welche die neuesten mikroskopischen Untersuchungen der Tastorgane festgestellt haben, im Widerspruche steht.

Aus diesen Gründen schmeichle ich mir mit der Hoffnung, dass es meinen Bemühungen gelungen sein dürfte, die unserem gegenwärtigen Wissen allein entsprechende Theorie des Raumsinnes der Haut angebahnt zu haben, mit welcher auch Lotze, Meissner und Weber um so eher übereinstimmen können, als sie so viel von ihren eigenen Gedanken in derselben finden werden, dass sie gerade nur das absolut Unhaltbare ihrer früheren Ansichten aufzugeben brauchen.

Es ist wohl beinahe überflüssig, ausdrücklich daran zu erinnern, dass nach der von mir entwickelten Theorie so manches des in den früheren §§. Mitgetheilten eine Modification erleiden und in anderem Lichte erscheinen müsse, allein ich thue es doch, um mich nicht dem Vorwurfe auszusetzen, selbst etwa diesen Umstand übersehen zu haben.

Um nur Eins speciell anzuführen, weise ich darauf hin, dass durch die in §. 10 vorgeschlagenen Messungen nicht ein Theil des Durchmessers der Weber'schen Empfindungskreise gemessen wird, sondern mutatis mutandis eigentlich ein Theil des Halbmessers des „blos physicalischen Zerstreuungskreises", wobei es offenbar keinen Fehler, wohl aber eine verschiedene Annäherung an die Wirklichkeit verursachen würde, wenn die Grösse dieses Halbmessers caeteris paribus von den Spannungs- und Erschlaffungszuständen der Haut geändert wird oder nicht.

## §. 13. Über das „Verkehrtfühlen."

Bei der Erörterung des bekannten Versuches, wo man mit gekreuzten Fingern zwei Kügelchen statt Eines zu fühlen glaubt, hat man, so weit mir bekannt ist, immer nur diese Täuschung des Doppeltfühlens eines in der That nur einfachen Tastobjectes hervorgehoben, eine andere, nicht minder interessante Seite des Versuches jedoch fast ganz übergangen. Ich meine eine schon bei geringer Aufmerksamkeit leicht zu constatirende Erscheinung, welche ich das „Verkehrtfühlen" nennen möchte.

Digitized by Google

Stellt man nämlich den Versuch mit den gekreuzten Fingern der rechten Hand an, und hat das vermeintliche Doppeltfühlen des einfachen Tastobjectes einen hinreichend hohen Grad von Illusion erreicht (die Täuschung tritt bekanntlich mit wechselndem Deutlichkeitsgrade auf, ja sie kann sogar ganz verschwinden, wenn man sich die ungewöhnliche Lage der Finger vergegenwärtigt und in Rechnung bringt), so wird man finden, dass das rechts erscheinende Tastbild von dem Eindrucke der linken Seite des Tastobjectes auf den links liegenden Ulnarrand des Mittelfingers, das links erscheinende Tastbild hingegen von dem Eindrucke der rechten Seite des Tastobjectes auf den rechts liegenden Radialrand des Zeigefingers bedingt ist. Denken wir uns das einfache Kügelchen in zwei nebeneinander liegende, ein rechtes und ein linkes zerschnitten, so ist es hiernach selbst verständlich, dass im Tastbilde das rechte Kügelchen links, das linke rechts erscheinen müsse, dass wir somit das Nebeneinander der Tastobjecte in verkehrter Ordnung wahrnehmen, dass wir mit einem Worte „verkehrt fühlen".

Da es immerhin einige Schwierigkeiten — wenigstens Unbequemlichkeiten hat, die von mir hervorgehobenen Erscheinungen, bei der Kreuzung zweier Finger hervorzurufen und genau zu beobachten, so habe ich nach anderen Organen gesucht, an welchen sich mit grösserer Leichtigkeit die zu dem Versuche erforderliche Verschiebung der Anordnung der peripherischen Tastnerven bewerkstelligen liesse, und bin auf den Gedanken verfallen, mit den leicht verschiebbaren und durch einen sehr feinen Ortssinn ausgezeichneten Lippen zu experimentiren. An den Lippen gelingen die Versuche in der That mit grösster Leichtigkeit und überraschendster Klarheit. Die Ränder der Lippen verhalten sich auf ähnliche Weise, wie die in der gewöhnlichen Fingerstellung einander zugekehrten Ränder der Finger. Schliesst man unbefangen den Mund, so berühren sich die rothen Ränder der Lippen ihrer ganzen Länge nach mit gleichnamigen, correspondirenden Punkten (vgl. Fig. 24) und bilden ein sensibles Continuum, wie wenn die Mundspalte gar nicht vorhanden wäre. Die Form, Lage und Entfernung der Tastobjecte, welche die Lippen berühren, werden den objectiven Verhältnissen vollkommen entsprechend wahrgenommen. Drückt man ein Wachskügelchen oder das abgerundete Ende eines Federhalters in die Mundspalte, so dass die Lippen an correspondirenden Punkten berührt

Digitized by Google

werden, so bezieht man die beiden Eindrücke — je nachdem das Object tiefer oder weniger tief in die Mundspalte eingedrungen ist — entweder auf ein einziges Tastobject oder man nimmt zwei getrennte, senkrecht zur Mundspalte übereinander liegende Eindrücke wahr.

Werden aber die Lippen an einander verschoben, indem man die eine derselben nach rechts, die andere nach links zieht, oder indem man nur die Eine der Lippen auf diese Art dislozirt, — so dass sich nun solche Punkte der Lippen berühren und einander gegenüber liegen, welche bei natürlicher Lippenhaltung nicht correspondiren (vgl. Fig. 25), dann entspricht auch die Auffassung der Gegenstände, welche sich auf den Lippen gleichsam abbilden, den objectiven Verhältnissen nicht mehr.

Zwei in senkrechter Richtung zur Mundspalte auf die nun einander gegenüberliegenden Punkte der Lippen angebrachten Eindrücke erscheinen im entgegengesetzten Sinne zur Verschiebung der Lippen gegen einander seitlich verschoben.

Hat man die Oberlippe nach rechts, die Unterlippe nach links verschoben, so scheint uns der obere der beiden, objectiv senkrecht über einander stehenden Eindrücke, links, der untere aber rechts zu liegen. Der Zwischenraum, welcher diese beiden Eindrücke in der Vorstellung trennt, kommt uns, caeteris partibus um so grösser vor, je weiter die getroffenen Punkte der Lippen bei der natürlichen Lage derselben in querer Richtung aus einander liegen.

Berührt man hingegen zwei sogenannte correspondirende Punkte der nach rechts dislozirten Ober- und der nach links dislozirten Unterlippe, so nimmt man die beiden Eindrücke als senkrecht zur Mundspalte übereinanderstehend wahr, obschon die die beiden Berührungspunkte verbindende Gerade nicht senkrecht zur Mundspalte steht, sondern eine der Grösse der Dislocation entsprechende Neigung von oben und rechts nach unten und links besitzt.

Werden endlich die Eindrücke so angebracht, dass die Neigung der die Berührungspunkte verbindenden geraden Linie, zwischen der Neigung, welche erforderlich ist, damit die Eindrücke sogenannte correspondirende Lippenpunkte treffen, und der zur Mundspalte Senkrechten steht — so muss das „Verkehrtfühlen" eintreten, indem dann der rechts liegende obere Eindruck in der Vor-

Digitized by Google

stellung links liegend, und der links angebrachte untere Eindruck rechts liegend erscheint. Man bedient sich zu diesen Versuchen am Besten eines Zirkels mit gedeckten Spitzen, nachdem man mehrere der bei natürlicher Stellung der Lippen einander gegenüberliegenden, sogenannten correspondirenden Punkte mit Tusche oder Dinte bezeichnet hat.

Hat man die Lippen in der angegebenen Weise dislozirt und drückt man nun wie früher ein Wachskügelchen oder das abgerundete Ende eines Federhalters in die Mundspalte, so beobachtet man natürlich auch hier — wie bei dem Versuche mit gekreuzten Fingern — das sogenannte „Doppeltfühlen," indem das einfache Tastobject deutlich doppelt vorhanden zu sein scheint. Bemerkenswerth ist dabei aber der Umstand, dass diese Täuschung ganz verschwindet, wenn man das Tastobject so weit zwischen die Lippenränder versenkt, dass es dieselben ganz umgreifen. Unter diesen Bedingungen werden wir uns nemlich der ungewöhnlichen Lage und Stellung der Lippenränder bewusst und bringen die Verschiebung derselben in Rechnung, wodurch offenbar jede Veranlassung zu einer Täuschung wegfallen muss.

Ich kann diesen Gegenstand unmöglich verlassen, ohne seine Bedeutung für das Problem des „Aufrechtsehens" hervorgehoben zu haben. In der erörterten Erscheinung des künstlich herbeigeführten „Verkehrtfühlens" der Haut findet nämlich die natürlich bedingte Beziehung, welche zwischen der Lage der erregten Netzhautpunkte und der scheinbaren Lage der Bilder im Raume besteht, in gewisser Hinsicht ihr Analogon.

Sollte es nun nicht nahe liegen und zu rechtfertigen sein, diese analogen Erscheinungen auch von analogen Einrichtungen und Verhältnissen des Nervensystems bedingt und abhängig zu denken?

Ich behalte es mir vor, auf die Beantwortung dieser Frage später einmal näher einzugehen.

## §. 14. Ein Phorolyt für den Tastsinn.

Ich bin auf den, meines Wissens bisher noch nirgends ausgesprochenen und ausgeführten Gedanken verfallen, ein Phorolyt zu construiren, welches dem Tastsinne in ähnlicher Weise Bewegungen vortäuschen soll, wie die bekannte „Wunderscheibe" dem Gesichtssinne. Ein Tastphorolyt — (sit venia verbo!) — kann von doppelter

Digitized by Google

Art sein, da nämlich die Möglichkeit vorhanden ist, entweder durch Berührung oder durch eine bestimmte Temperatur auf die Haut einzuwirken. Einen Apparat der ersten Art habe ich durch den Mechaniker des physiologischen Institutes, Herrn Durst, folgendermassen construiren lassen:

Auf einer grossen um eine verticale Axe drehbaren hölzernen Scheibe, nahe am Rande derselben wurden in gleichen Abständen 12 kleine Stäbchen befestigt, von denen das erste mit der Richtung des ihm entsprechenden Radius der Scheibe zusammenfiel, während jedes der übrigen Stäbchen eine solche Stellung zu dem betreffenden Radius einnahm, als ob es immer um $^1/_{12}$ eines Kreises um seinen im Radius liegenden Halbirungs- oder Mittelpunkt in diesem oder jenem Sinne weiter gedreht worden wäre, als sein unmittelbarer Vorgänger (vergl. Fig. 27, *B, B, B ... B*). In der Nähe des Randes dieser die Tastobjecte tragenden Scheibe war eine grosse, in verticaler Richtung bewegliche Klemme (Fig. 28, *a b c d*) angebracht, durch welche die flache Hand ganz hindurch geschoben und in einer solchen Lage eingespannt werden konnte, dass sie über den Tastobjecten schwebte und, je nachdem sich der Vorderarm hob oder senkte, die oben erwähnten Stäbchen berührte oder nicht. Diesen Hebelbewegungen des Vorderarmes folgt natürlich jene Klemme, in der die Handwurzel eingespannt ist. Nun verbindet aber die Klemme und die verticale Axe der Tastscheibe ein einfacher Mechanismus (s. die Erklärung der Fig. 27—28) in der Art, dass bei jeder Hebung des Armes die Tastscheibe genau um $^1/_{12}$ eines Kreises in bestimmter Richtung weiter gedreht wird, während dieselbe bei jeder Senkung des Armes ruhig stehen bleibt. Es ist nun leicht einzusehen, dass, wenn alles so gestellt ist, dass die flache Hand gerade eines der Stäbchen berührt, nach 12 Hebungen und Senkungen des Armes sämmtliche Stäbchen der Reihe nach von der tastenden Hand berührt worden sein müssen und endlich dieselben Verhältnisse, welche vor aller Bewegung bestanden haben, sich wieder herstellen. Auf der tastenden Handfläche aber haben sich hierbei in mehr oder weniger rascher Aufeinanderfolge die Stäbchen in ihrer relativen Lage und Stellung gleichsam abgebildet, und der Beobachter, welcher immer ein und dasselbe Stäbchen betastet zu haben glaubt, ist der Meinung, dass sich ihm dieses Stäbchen unter der Hand in bestimmter Richtung um seinen Halbirungs-

Digitized by Google

oder Mittelpunkt ein Mal herumgedreht habe, indem er die wahrgenommenen Stellungen der Stäbchen als Phasen einer Kreisbewegung an einander reiht und auf ein und dasselbe Object bezieht.

Es versteht sich von selbst, dass man mit dem beschriebenen Apparate die verschiedenartigsten Pendel-, Kreis- etc. Bewegungen zur Darstellung bringen könnte. Das gewählte Beispiel reicht jedoch in wissenschaftlicher Beziehung vollkommen hin.

Ich habe mit meinem Apparate, welcher sich gegenwärtig im Besitze des physiologischen Institutes befindet, in der hiesigen Blindenanstalt Versuche angestellt und zu meiner nicht geringen Genugthuung bemerkt, dass die herangezogenen Blinden, welche doch gewiss ganz unbefangene Beobachter waren, eine Bewegung, und bei näherem Befragen richtig die von mir beabsichtigte und erwartete Bewegung des Stäbchens wahrgenommen zu haben einstimmig behaupteten. Doch darf man die durch diesen Apparat hervorzubringende Täuschung nicht etwa für so zwingend und überwältigend halten wie jene, welche das Phoroskop veranlasst, denn die wahrgenommene scheinbare Bewegung des Stäbchens kann keine continuirliche sein und muss sich in der Empfindung sehr wesentlich von einer Drehbewegung unterscheiden, welche dadurch hervorgebracht würde, dass man ein Stäbchen, das die Hohlhand ununterbrochen berührte, um seinen Halbirungspunkt rotiren liesse.

Eine der Wirkung des Phoroskop's vollkommen analoge Täuschung könnte für den Tastsinn nur durch einen Apparat der zweiten oben erwähnten Art bewerkstelligt werden, vermittelst welches nämlich statt des Drucksinnes, der unmittelbare Berührung verlangt, der Temperatursinn, auf welchen man, durch strahlende Wärme z. B., aus der Entfernung einwirken kann, erregt würde.

Die strahlende Wärme verhält sich zur Haut in ähnlicher Weise wie das Licht zur Retina. Es lässt sich daher ohne Zweifel eine Art Camera obscura mit Steinsalzlinsen construiren und vor der Haut anbringen, vermittelst welcher durch die Wärmestrahlen Punkte, Linien, Figuren und Bewegungen ganz in derselben Weise auf der Haut dargestellt werden könnten, wie dies vermittelst des optischen Apparates des Auges auf der Retina durch Lichtstrahlen geschieht.

Digitized by Google

Dies zugegeben, wird man auch die Möglichkeit eines dem Phoroskop vollkommen analogen Apparates für den Tastsinn nicht leugnen dürfen.

---

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 und 2. Diese beiden Constructionen erläutern, warum die Zerstreuungskreise, welche ein in der vorderen Focalebene *(F)* oder diesseits dieser Focalebene, in der Verlängerung der Sehaxe liegender leuchtender Punkt *c* auf die Retina wirft, an Grösse zunehmen, wenn das Diaphragma von dem für die Ferne accommodirten Auge entfernt wird *(D)*, dagegen abnehmen, wenn das Diaphragma dem Auge näher steht *(D')*. Dieses Verhältniss gilt jedoch nur für *c* und die in bestimmtem Umkreise um die Sehaxe gelegenen Leuchtpunkte.

Fig. 3 ist bereits im Texte weitläufig besprochen.

Fig. 4 versinnlicht, wie sich beim Stereoskopiren und zwar beim Stereoskopiren mit einem Wheatstone'schen Spiegelstereoskop der Convergenzwinkel der Augenaxe in grösserem Verhältnisse ändert, als der Accommodationszustand der Augen. *mn* und *no* sind die unter einem rechten Winkel zusammenstossenden Planspiegel; *op* und *mq* sind die die stereoskopischen Bilder *(ABC* und *A'B'C')* tragenden Seitenwände des Stereoskops. *A''B''C'* und *A'''B'''C'''* geben die scheinbare Lage der Spiegelbilder an. Wird der Punkt *B''* und *B'''* fixirt, so schneiden sich die Sehaxen unter dem grösseren Winkel *x*, werden die Punkte *A''* und *A'''* oder *C''* und *C'''* fixirt, so schneiden sich die Sehaxen unter dem kleineren Winkel *y*, während die Augen *(L* und *R)* in beiden Fällen für die Entfernung der Ebene *A'''C'''* accommodirt bleiben.

Fig. 5, 6 und 7, sind von Cramer entlehnt und stellen die Projection eines gläsernen Cylinders dar. In Fig. 5 sind alle Linien von gleicher Stärke, in Fig. 6 ist der rechte *(b)*, in Fig. 7 der linke *(a)* Kreis lichtschwächer gezeichnet. Fig. 5 erscheint am natürlichsten als plane Zeichnung, während in Fig. 6 bei unbefangener Betrachtung der linke, in Fig. 7 der rechte Kreis als der nähere imponirt.

Fig. 8 stellt einen kleinen Apparat vor, welcher zur Beobachtung der Farbenmischung in Einem Auge dient. An dem Stiele *(S)* ist eine achteckige Platte befestigt, die in ihrer Mitte eine querovale Öffnung hat; sie ist so: —.—.— skizzirt. An dieser Platte sind zwei um *A* und *B* drehbare Scheiben angebracht, welche an ihrer Peripherie je ein leeres *(o)* und sechs (1—6) mit farbigen Gläschen gedeckte Öffnungen tragen. *D D* ist eine messingene Klemme, welche bei *a* durch ein Schräubchen von hinten her in der abgebildeten Lage befestigt wird und in dem ringförmigen Raume zwischen ihren beiden Blättern, die wieder durch das Schräubchen *b* zusammengepresst werden, ein Stück Zinnfolio trägt, in welches ein Scheiner'sches Doppelloch in der Weise eingestochen ist, dass je nach der Stellung der Scheiben *A* und *B* Licht von beliebiger Farbe hindurch geht.

Digitized by Google

Fig. 9 ist das Spectrum, welches durch das eben beschriebene Instrument gesehen wird, wenn vor das linke Loch das blaue Gläschen (5), vor das rechte aber die leere Öffnung *(o)* gestellt ist. Das weisse Licht erscheint dann in der Contrastfarbe zu dem angewendeten Blau. Das im Interferenzfeld vorhandene Doppelbild einer diesseits des Accommodationspunktes gehaltenen Nadel ist auch gefärbt, das linke gelblich, das rechte blau.

Fig. 10 bis inclus. 22 sind schematische Zeichnungen Weber'scher Empfindungskreise, welche erklären sollen, warum die Veränderung des Feinheitsgrades einer Hautstelle durch Dehnung (oder Schrumpfung), dieser Dehnung (oder Schrumpfung) nicht genau proportional sein kann.

Fig. 23 gibt näherungsweise ein Bild von der Anordnung der von mir sogenannten „Empfindungskreise" in der Haut. Die wahre Anordnung derselben kann durch Zeichnung niemals vollständig wiedergegeben werden, da die Mittelpunkte der Empfindungskreise stätig die Hautfläche erfüllen.

Fig. 24 zeigt die mit einander correspondirenden Punkte der Ober-*(O)* und der Unter- *(U)* lippe bei natürlicher ungezwungener Schliessung des Mundes. Die stärkere Linie bei *o, o* deutet die Medianlinie an.

Fig. 25 zeigt die Lagerung der correspondirenden Punkte der Lippen, wenn die Oberlippe nach rechts, die Unterlippe nach links verschoben ist. Bei dieser Dislocation steht der *o* Punkt der Oberlippe senkrecht über Punkt 2 der Unterlippe, 1 *O* über 3 *U*, 1′*O* über 1 *U* u. s. w. Zwei Eindrücke, von denen der eine zwischen *o*1′*O*, der andere zwischen *o*1*U* auftrifft, werden „verkehrt" gefühlt u. s. w.

Fig. 26 ist das „Stereophoroskop".

Fig. 27 und 28 stellt das „Phorolyt für den Tastsinn" vor. Fig. 27 gibt die Ansicht von oben, Fig. 28 die von der Seite. Um die im Texte gegebene Beschreibung des Instrumentes zu vollenden, habe ich nur noch des Mechanismus mit einigen Worten zu gedenken, welcher die Klemme *(abcd)* mit der um *A* drehbaren Tastscheibe in der Weise verbindet, dass bei jeder genügenden Hebung derselben die Tastscheibe um $^1/_{12}$ eines Kreises, in der Richtung der Pfeile weitergeht. An der Axe *(A)* ist ein kleines mit 12 Zähnen versehenes, horizontales Rädchen *(r)* angebracht; dieses greift in die archimedische Schraube *(s)* ein, deren Axe durch die Klötzchen *m* und *n* fixirt ist und das Rädchen *(o)* trägt, das durch die an der Klemme befestigte Zahnstange *(t)* in Bewegung gesetzt wird. Die Verhältnisse der einzelnen Theile dieses Mechanismus sind nun so getroffen, dass, wenn man die Klemme so hoch als möglich gehoben hat, — welche Bewegung durch die Stäbe *F* und *F′* gesichert und geleitet wird —, die Zahnstange *t*, das Rädchen *o* und damit die Schraube *s* so oft umdreht, als erforderlich ist, um das Rädchen *r* um Einen Zahn und damit die Tastscheibe um $^1/_{12}$ eines Kreises in der Richtung der Pfeile weiter zu schieben. Bei Senkung der Klemme — (wobei durch die Zahnstange nur der die Zähne tragende

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Rand des Rädchens *(o)* in Bewegung gesetzt wird, während der centrale Theil desselben nebst der Axe der archimedischen Schraube und somit die ganzen Tastscheiben ruhig stehen bleiben) — trifft die tastende Hand jedesmal ein anderes und zwar das links vorhergehende Stäbchen. Wird der Mechanismuss stätig in Bewegung gesetzt, so bieten sich die Stäbchen der tastenden Hand in der Reihenfolge (1 . . . . 12) dar und es entsteht für den Beobachter die Täuschung, als ob sich das stäbchenförmige Tastobject in der Richtung der kleinen Pfeile (bei *B* 1) um seinen Halbirungspunkt herumdrehte. —

---

# Vortrag.

## *Die Echinoiden der oberen Jura-Schichten von Nikolsburg in Mähren.*

Von Dr. **Friedrich Rolle**,

derzeit Commissär des steiermärkischen geognostisch-montanistischen Vereines.

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Classe am 15. März 1855.)

Die versteinerungsreichen Jura-Gebilde der Gegend von Nikolsburg in Mähren und Ernstbrunn in Niederösterreich sind im Laufe der letzten zehn Jahre wiederholt geologisch und paläontologisch untersucht worden, namentlich von Herrn Dr. v. Ferstl, später von Herrn Dr. Hörnes, Herrn E. Suess und Herrn Foetterle. Von den vorgefundenen Versteinerungen wurden indessen blos mehr oder minder umfassende Namensverzeichnisse gegeben. Die folgende Arbeit, welche ich der geehrten Classe mir vorzulegen erlaube, ist der erste monographische Versuch, welcher eine Anzahl jener Versteinerungen sich zum Gegenstande nimmt. Eine solche specielle Bearbeitung ist vollkommen zeitgemäss. Von den hier beschriebenen Arten ist in der That nur die eine, *Cidaris coronata*, in den bisherigen Arbeiten über die Nikolsburger Gegend citirt; die übrigen Arten sind theils neue, theils solche, die bis jetzt wenigstens aus dem Gebiete der österreichischen Monarchie noch nicht citirt worden sind.

Das Material zu dieser Arbeit lieferte die sehr reichhaltige Echinoiden-Sammlung des k. k. Hof-Mineralien-Cabinetes; die

Digitized by Google

meisten Exemplare kommen von den Herren Poppelak und Wenzelides.

Die Arbeit wurde im Locale der Anstalt ausgeführt, die Benutzung der Sammlung und der erforderlichen literarischen Hilfsmittel waren mir dabei auf die zuvorkommendste Weise anheimgestellt und fühle ich mich gedrungen der geehrten Direction meinen besonderen Dank auszudrücken.

## Geognostische Vorbemerkungen.

Der obere Jurakalk bildet in Mähren und Niederösterreich eine oft und weithin unterbrochene Hügelreihe. Es sind kleine Inseln des älteren Gebirges, welche aus der allgemeinen tertiären Bedeckung der Gegend hervorragen und besonders zu Nikolsburg verhältnissmässig ansehnliche Bergmassen, die sogenannten Inselberge, zusammensetzen. Dieser Zug hält so ziemlich die Richtung von Wien nach Brünn ein. Die erste inselartige Kalkpartie tritt bei Ernstbrunn auf; dieser schliessen sich dann in einiger Entfernung nordöstlich andere Partien bei Staats, Falkenstein u. s. w. an und so gelangt man nach Nikolsburg, wo ein ziemlich ansehnlicher und theilweise schroffer Höhenzug aufsteigt. Nach einer namhaften Unterbrechung zeigen sich dann die gleichen Schichten noch in der Nähe von Brünn. In wie weit Schichten der gleichen Formation nach Galizien sich verfolgen lassen, werden in der Folge die geologischen Aufnahmen in diesem Kronlande lehren. Mit Sicherheit kann ich sie einstweilen nur von Wodna in der Gegend von Krakau angeben, von wo die k. k. geologische Reichsanstalt charakteristische Echinoiden des oberen Jura's besitzt.

Bei Nikolsburg besteht die Formation aus Kalkstein, Mergel und Sandstein, welche Felsarten in stark gestörten, aufgerichteten Schichten auftreten und deren Lagerung schwer festzustellen sein dürfte. Die Echinoiden sind meist verkieselt und stammen vorzugsweise aus den mergeligen Lagen. Nach Herrn E. Suess sind die verkieselten Echinoiden von verkieselten Terebrateln *(Terebratulina substriata, Terebratella pectunculoides* u. a.*)* begleitet. Die *Rhynchonella lacunosa* scheint nicht verkieselt, sondern wohl nur verkalkt vorzukommen, vielleicht eine Andeutung davon, dass sie auf eine einzelne Schichte des Gebildes beschränkt vorkommt, wie es z. B. in Würtemberg wesentlich der Fall ist.

Digitized by Google

## Die Echinoiden [1]).

Alle zu Nikolsburg bis dahin beobachteten Arten gehören der Abtheilung der regulären Echinoiden von kreisrundem Umfange und diametral dem Munde entgegengesetztem After an. Der Mund zeigt sich mit festem Kauapparat versehen, der After sternförmig umgeben von dem Ovarial- und Ocellarapparat, welche Theile bei fossilen, je nach der Derbheit des festen Hautskelets, des Gehäuses, bald mehr bald minder häufig sich erhalten zeigen.

Die nachfolgende specielle Betrachtung der Arten wird zeigen, dass die Nikolsburger Fossilien denen des *terrain à chailles* des französischen und schweizer Jura's, und denen des mittleren und des oberen weissen Jura's von Würtemberg ($\gamma$ und $\varepsilon$) entsprechen, ein Resultat, welches die bisher über die Nikolsburger, Ernstbrunner und Brünner Jura-Schichten überhaupt aufgestellte Ansicht entschieden bestätigt.

### 1. Polycyphus nodulosus Goldf. sp.

1826. *Echinus nodulosus* Goldf. Petref. German. S. 125, Taf. 40, Fig. 16.
1836. *Arbacia nodulosa* Agassiz. Prodrôme d'une monographie des Radiaires ou Echinodermes (Mém. de la soc. des scienc. nat. de Neufchatel. Tome I. Neufchatel 1836).
1840. *Polycyphus nodulosus* Ag. (?) Cat. rais. (Ann. des scienc. nat. Tom. VI. Paris 1840, p. 361) aus dem Bath-Oolith der Normandie.
1843. *Echinus nodulosus* Quenst. Flötzgeb. Würtemb. S. 430.
1852. *Echinus (Polycyphus) nodulosus* Quenst. Handb. d. Petref. S. 581, Taf. 49, Fig. 36 (und 38?).

Körper hochgewölbt, Oberseite fast kugelig, Unterseite flach mit mässig vertiefter Mitte. Ungefähr eben so hoch als breit; jüngere Individuen sind flacher. Umfang kreisförmig oder gerundet fünfseitig.

After klein, rund; die Gipfel-Rosette wenig entwickelt, schmalringförmig.

Mund gross, fünfeckig. Auf jedes Interambulacrum kommen zwei schmale, genäherte Einschnitte des Mundrandes.

---

[1]) Die Lesart „Echiniden" ist die verbreitetere, indessen verdient „Echinoiden, *Echinoidea*," wie Geinitz, d'Orbigny u. A. schreiben, den Vorzug, und die Bezeichnung „Echiniden, *Echinidae*," verbleibt dann jener Familie, welche *Echinus, Pedina, Polycyphus* u. s. w. begreift.

Digitized by Google

Ambulacren gegen die Interambulacren etwas erhöht vortretend, sehr schmal, fast nur ein Drittel so breit als die Interambulacren; vom Scheitel aus zum Unterrande ziemlich gleichförmig sich erweiternd und auf der Unterseite wieder etwas sich verschmälernd. Über die Beschaffenheit der Porenzonen, welche die Ambulacralfelder begrenzen, weichen die Angaben ab. Goldfuss bildet deutlich über die ganzen Seiten von der Gipfelrosette an bis zum Unterrande hin Porenzonen ab, die aus einer blossen einfachen Reihe von regelmässig über einander sich folgenden Porenpaaren bestehen. Die Unterfläche hat Goldfuss leider nicht gezeichnet und der Text geht auf solche Einzelheiten nicht ein. Agassiz schreibt seinem *Polycyphus nodulosus*, den er für den von Goldfuss abgebildeten *Echinus nodulosus* hält, der übrigens nicht aus derselben Etage, sondern einer tieferen stammt, Poren zu, welche je zu dreien in schrägen Reihen stehen, so dass also die Zone aus einer Menge von Reihen zu je drei Porenpaaren bestehen würde, wie es bei den eigentlichen Echinus-Arten und bei Pedina der Fall ist. Nach Agassiz's Angabe soll es sogar gerade dieser Charakter sein, der Polycyphus von Arbacia unterscheide, welcher letzteren Gattung Agassiz einfache Porenzonen zuschreibt. Die von Quenstedt gegebene Zeichnung eines gleichwie das Goldfuss'sche aus oberem Jura stammenden Exemplares zeigt vom Scheitel zum Unterrande eine schmale einfache Reihe von Porenpaaren, ganz so wie Goldfuss sie abbildet, aber auf der Unterseite des Körpers breitet sich die Porenzone aus und zeigt statt der einfachen Porenreihe deren drei, welche schief verlaufen. Hierzu kommt nun noch, das Agassiz in seinem Catalogue raisonné (Ann. des scienc. nat. VI, S. 356, Taf. 15, Fig. 12, 13) aus dem oberen Jura einen *Eucosmus decoratus* aufgestellt hat, der hauptsächlich durch einfache paarige Porenreihen vom *Polycyphus nodulosus* abweichen soll und der mit der Goldfuss'schen Species wohl zusammenfallen dürfte.

Was nun die Nikolsburger Exemplare betrifft, so zeigen sie vom Scheitel zum Unterrande deutliche schmale zweipaarige Porenzonen, die auf der Unterseite sich, wie es Quenstedt abbildet, plötzlich ausbreiten; die Poren bilden von da an bis zum Munde nicht mehr eine schmale einfache Reihe, sondern wahrscheinlich mehrere dreizählige schiefe Reihen, doch sind die Exemplare nicht gut genug

Digitized by Google

erhalten, um mit Sicherheit darüber entscheiden zu können. Spätere Beobachtungen an besseren Exemplaren müssen lehren, wie es sich mit diesem Verlaufe der Porenzone auf der Unterseite des Körpers verhält. Hiernach wird es sich dann entscheiden, ob und wie weit die Gattungen *Polycyphus* Ag., *Eucosmus* Ag. und *Arbacia* Gray unter einander abweichen.

Die Ambulacren und Interambulacren sind dicht und gleichförmig bedeckt mit feinen Körnern, die nur auf der Unterseite etwas dicker und sparsamer werden. Sie sind auf beiden Feldern der Schale zugleich in Längs- und in Querreihen geordnet. Die Querreihen der Interambulacren verlaufen ein wenig schräg, sie convergiren auf der Mittellinie derselben mit nach unten gewendetem ausspringendem Winkel. Diese Mittellinie, durch welche ein jedes Interambulacrum halbirt wird, zeigt sich vom Scheitel bis zum unteren Rande durch eine seichte Mittelfurche markirt. Auf jede Hälfte eines Interambulacrums kommen ungefähr 7—8 oder mehr Wärzchen auf der Ober-, 5—6 auf der Unterseite, doch scheint dies zu variiren. Das von Goldfuss gezeichnete Exemplar hat weniger und dickere Wärzchen, als die von Nikolsburg. Die Warzen bleiben selbst auf der Unterseite so klein, dass man, besonders bei verkieselten Exemplaren, nicht leicht bestimmen kann, ob sie angebohrte oder unangebohrte Zitzen und glatte oder gestrahlte Gelenkringe haben. Nach Goldfuss' Angabe sind die letzteren gestrahlt.

Vorkommen. Goldfuss bildet diese Art aus dem Jurakalk von Baireuth ab, Quenstedt aus dem weissen Jura γ (den Lacunosen-Schichten) Würtembergs. Agassiz und ebenso d'Orbigny (in seinem Prodrôme de paléont. stratigr. univers. I, Paris 1850, S. 319) setzen den *Polycyphus nodulosus* in den Bath-Oolith *(Et. Bathonien* d'Orb.*)* und kennen im oberen Jura blos einen *Eucosmus decoratus* Ag.

In Mähren ist es eine der sparsameren Arten; es kommen verkieselte Exemplare zu Nikolsburg vor, sie erreichen hier bis drei viertel Zoll Durchmesser. Den Abdruck derselben Art sah ich auch in einem der jurassischen Feuerstein-Geschiebe der Gegend von Brünn.

### 2. Glypticus Hoernesi Rolle.

Körper niedergedrückt-kugelig, Oberseite sanft zugewölbt, Unterseite flach.



Digitized by Google

Ein verkieseltes Exemplar zeigt nach der Präparirung mit Salzsäure eine deutliche mässig grosse Gipfelrosette mit fünf grossen, den Interambulacren entsprechenden Ovarialöffnungen. Die Rosette scheint, soviel aus dem fraglichen Exemplare zu entnehmen ist, den gleichen Bau wie bei *G. hieroglyphicus* und *G. sulcatus* zu haben, ist aber nicht so derb entwickelt wie bei diesen. — An einem verkalkten Exemplare sind After und Rosette nicht erkennbar; den ganzen Scheitel bedeckt eine gröbliche Körnelung.

Mund gross, rundlich, mit zweimal fünf paarweise genäherten Einschnitten.

Ambulacren schmal, ungefähr die Hälfte der Interambulacren erreichend; von dicht stehenden gröblichen Körnern bedeckt, von denen die am Rande nächst den Porenzonen sich in Form einer regelmässigen Reihe hervorheben. Auf der Unterseite erscheinen statt ihrer jederseits zwei oder drei dicke, unangebohrte, glatthalsige Warzen. Sie werden von runden, glatten Scheiben umgeben, welche nur ganz geringe, von sehr feinen Körnchen eingenommene Zwischenräume frei lassen. Die Porenzonen der Ambulacren bilden eine einfache und gerade Reihe von Porenzonen, wie es für die Gattung bezeichnend ist.

Die Interambulacren sind in gleicher Weise wie die Ambulacren dicht überdeckt von gröblichen Körnern; sie bilden weder quere Reihen, noch zerfliessen sie zu solchen hieroglyphischen Zeichen wie bei *G. hieroglyphicus* und *G. sulcatus*. Auf der Unterseite gestalten auch sie sich zu dicken, von glatten Scheiben umgebenen Warzen, es kommen deren auf ein Interambulacrum jederseits drei oder vier. Diese Warzen sind wieder unangebohrt und glatthalsig.

Die verschiedene Beschaffenheit der die Oberseite des Gehäuses bedeckenden Körner [1]) unterscheidet die neue Art hinlänglich von *G. hieroglyphicus* Goldf. sp. und *G. sulcatus* Goldf. sp., während andererseits die gleiche Ausbildung der dicken, von glatten Scheiben umgebenen Warzen auf der Unterseite, die sehr ähnliche Beschaffenheit der Gipfelrosette und des Mundes zum Beweise genügen wird, dass die Gattung die gleiche ist.

---

[1]) Das schon gedachte verkieselte Exemplar zeigte nach der Präparirung mit Salzsäure an den Näthen der Interambulacral-Asseln deutliche, aber sehr schmale, von Körnern freie Lücken; die übrigen Exemplare zeigen nichts derartiges. Für einen specifischen Unterschied kann ich es nicht halten.

Digitized by Google

Vorkommen. In den Nikolsburger Schichten nicht selten, aber meist sehr übel erhalten.

### 3. Acropeltis aequituberculata Ag.

1846. *Acropeltis aequituberculata* Ag. Cat. rais. (Ann. des scienc. nat. VI, p. 340, Taf. 15, Fig. 7–8).

1852. *Cidarites aequituberculatus* Quenstedt. Handb. der Petref. p. 576, Taf. 48, Fig. 41.

Körper niedergedrückt, Oberseite nahe halbkugelig gewölbt, Unterseite flach. Schale dick.

After klein, von einer ansehnlichen Rosette von Ovarial- und Ocellar-Tafeln umgeben. Jede Ovarialplatte trägt (wie bei der Gattung *Acrocidaris* Ag.) eine dicke Warze, welche unangebohrt und glatthalsig ist. Die fünf Eierlöcher sind gross und treten beim Präpariren verkieselter Exemplare meist deutlich hervor. Die Ocellar-Poren sind viel feiner und nur an wenigen Exemplaren nachweisbar. Man sieht sie als ganz feine runde Öffnungen an der Spitze der Ambulacralfelder.

Mund sehr gross, rundlich-zehnseitig. Je dem Interambulacrum entsprechen zwei geringe, einander genäherte Einschnitte des Mundrandes.

Ambulacren schmal, fast nur die Hälfte der Interambulacren erreichend, vom After zum Rande gleichmässig sich erweiternd und von da gegen den Mund zu rasch wieder sich verschmälernd. Jedes Ambulacrum trägt zwei Reihen dicker, runder Warzen, je eine von zehn und eine von elf. Diese Warzen beginnen am Scheitel sehr fein und werden gegen den Rand zu immer dicker; die den Mund umgebenden auf der Unterseite sind wieder sehr fein. Die den Saum der Ambulacren bildenden Porenzonen bestehen aus einer einfachen Reihe von Porenpaaren.

Die Interambulacren tragen wiederum zwei Reihen dicker gerundeter Warzen (je 8 + 9), die mit denen der Ambulacren gleichen Schritt halten, aber ein wenig höher und dicker werden.

Die Warzen sowohl der Ambulacren als der Interambulacren sind unangebohrt und ihre Gelenkhälse sind glatt, ein Unterschied, auf welchen gestützt Agassiz diese Form, die sonst von Acrocidaris in nichts wesentlich abweicht, zu einer besonderen Gattung erhoben hat. Die Zahl der Warzen, die der Gipfelrosette nicht



Digitized by Google

mitgerechnet, ändert etwas nach dem Alter der Individuen; sie beträgt bei ausgewachsenen Gehäusen meist in Summa 5 (8 + 9) + 5 (10 + 11), also 190. Jüngere Individuen zählen weniger; an einem solchen von nur einem halben Zoll Durchmesser zähle ich 5 (6 + 7) + 5 (8 + 9), also 150 Warzen.

Vorkommen. Diese Art, welche zu Nikolsburg in verkieseltem Zustande und oft sehr ausgezeichneter Erhaltung nicht selten sein dürfte und von welcher in die Wiener naturwissenschaftlichen Sammlungen Dutzende von Exemplaren gelangt sind, scheint an anderen Localitäten selten zu sein. Agassiz citirt sie nur aus dem Corallien von Angoulins bei la Rochelle (Charente-Inferieure), demnächst Quenstedt noch aus dem weissen Jura ε von Nattheim in Würtemberg und ein Exemplar entdeckte ich unter einer aus dem *Terrain à chailles* von Bregille bei Besançon stammenden Partie des *Glypticus hieroglyphicus* Goldf. sp., früher der Graf Dudressier'schen Sammlung, jetzt dem k. k. Hof-Mineralien-Cabinete angehörend. Andere Vorkommnisse sind mir nicht bekannt.

In Folge der Dicke der Schale kommt die Art zu Nikolsburg wie auch an den drei anderen Fundorten stets in zusammenhängenden ganzen Gehäusen mit ansitzender wohlerhaltener Scheitel-Rosette vor.

### 4. Hemicidaris conoidea Quenst. sp.

1852. *Cidarites conoideus* Quenst. Handb. d. Petref. S. 577, Taf. 49, Fig. 16.

Ziemlich häufig finden sich in den Nikolsburger Schichten grosse umgekehrt-kegelförmige Stacheln, am oberen Ende quer abgeschnitten. Quenstedt hat sie zuerst unterschieden und abgebildet. Exemplare von Nikolsburg und Ernstbrunn, sowohl verkieselte als verkalkte, stimmen gut mit der von ihm gegebenen Zeichnung und zeigen durchgreifende Unterschiede von der gemeinen Hemicidaris-Art des oberen Jura's, welche besonders im *Terrain à chailles* von Besançon u. a. O. in zahlreichen Individuen erscheint (*H. crenularis* Goldf. sp.). Es scheint letztere in Mähren zu fehlen, dagegen sollen nach Quenstedt zu Ulm in Würtemberg der *H. conoidea* ähnliche umgekehrt-kegelförmige Stacheln vorkommen, aber schlanker als die mährischen.

Die Nikolsburger Hemicidaris-Stacheln erreichen meist zwei Zoll Länge und alsdann bis zu drei viertel Zoll oberen Durchmesser;

Digitized by Google

manche einzelne Exemplare sieht man auch noch länger oder dicker werden.

Der Gelenkkopf des Stachels ist im Verhältniss zur Dicke, welche das Oberende erreicht, sehr klein. Er wird durch einen markirt vortretenden gekörnelten Ring nach oben zu begrenzt. Der unter diesem Ringe gelegene Theil des Kopfes besitzt die Gestalt eines kurzen abgestutzten Kegels. Der abgestutzte Rand stellt einen zweiten gekörnelten Ring dar, der der gleicherweise gezeichneten Gelenkfläche der Schale des Thieres entspricht. Eine vertiefte Linie grenzt diesen gekörnelten Rand des Kegels nach oben ab. Die Abstumpfungsfläche selbst ist zur Aufnahme der dem Stachel entsprechenden Gelenkkugel tief trichterförmig eingezogen.

Den Gelenkkopf trennt von der eigentlichen Masse des Stachels eine kurze glatte Einschnürung, der Hals. Der Stachel schwillt oberhalb dieser Stelle rasch an und setzt sich in bald mehr bald minder regelmässiger Kegelform zur oberen breiten Abstumpfungsfläche fort. Die Erweiterung geschieht bald mehr, bald minder gleichförmig; gewöhnlich ist der Stachel um die Mitte herum vorübergehend noch einmal etwas eingezogen.

Die ganze Oberfläche vom Halse an bis zur Abstumpfung zeigt eine im Verhältniss zur Massenhaftigkeit des Stachels ziemlich feine aber scharflinig erhaben vortretende Längsstreifung. Die Streifen verlaufen gleichförmig neben einander, ohne zu dichotomiren; sie stehen daher am breiten Oberende etwas entfernter als unten. Sie sind fast stets deutlich granulirt, namentlich am unteren Ende des Stachels. Die Granulirung ist bei einzelnen Exemplaren gröber, bei anderen feiner. In den Zwischenräumen je zweier Streifen pflegt sich gewöhnlich je eine Reihe unverbundener feiner Körnchen einzustellen. Doch ändert dies bei den einzelnen Stacheln ab und es kommen z. B. auch solche vor, deren Streifen nicht gekörnelt sind und zwischen sich keine Reihen unverbundener Körner, sondern zum Theil wiederum lineare Streifen, aber von geringerer Stärke zeigen.

Die obere Abstumpfung hat eine, im Allgemeinen kreisförmige, aber bald mehr, bald minder unregelmässige Gestalt. Der Rand ist crenelirt, die Endfläche selbst flach gewölbt, radial gestreift und mit bald centralem, bald sehr excentrischem Scheitel. Die Längsstreifen des Stachels setzen unter vorübergehender Verdickung und Bildung einer dornförmigen Ecke über die Abstumpfung hinaus

Digitized by Google

deutlich fort, werden demnächst schwächer und verfliessen gegen den Scheitel zu.

Mehrere dieser Merkmale unterscheiden *Hemicidaris conoidea* sehr bestimmt von *H. crenularis*. Die Stacheln der letzteren Art haben viel schlankere Form, sie erreichen bei zwei Zoll Länge gewöhnlich nur ein Drittel Zoll oberen Durchmesser.

Agassiz bildet in seiner Beschreibung der fossilen Echinodermen der Schweiz auf Tafel 18, Fig. 24, ein von Bregille bei Besançon stammendes, jetzt dem k. k. Hof-Mineralien-Cabinete angehörendes Exemplar des *H. crenularis* von einer seltenen Vollständigkeit ab. Die langen, schlanken, auffallend langsam und gleichförmig nach oben zu sich verdickenden Stacheln sitzen noch daran fest, und man überzeugt sich, dass diese Form der Stacheln ein wirklich specifisches Merkmal des *H. crenularis* sein muss, denn gerade der Umfang des Körpers ist es, der überhaupt bei Hemicidaris die entwickeltsten Warzen trägt und welchem demgemäss auch die ansehnlichsten Stacheln angehören müssen. Von da gegen die Ober- und die Unterseite zu werden die Warzen alsbald geringer und dürften daher auch geringere Stacheln getragen haben. — Sehr sparsam kommen neben der beschriebenen schlanken Form von Bregille in verkieseltem Zustande auch andere ebenfalls umgekehrt-kegelförmige, aber mit sehr verdicktem Oberende, vor. Doch auch diese weichen von den mährischen ab, die Verdickung findet viel rascher Statt und gehört allein nur dem oberen Ende des Stachels an. Agassiz bildet dieselben nicht ab.

Die Stacheln von *H. crenularis* haben ferner eine ganz andere Oberflächenstreifung. Die Streifen sind entschieden feiner und zahlreicher; am abgestumpften Ende aber bildet nicht jeder einzelne Streifen einen Dorn, sondern zwei oder mehrere treten zur Bildung eines solchen zusammen.

Es gilt dies sowohl für die schlanke, von Agassiz abgebildete, als auch für die bis dahin noch von Niemanden wieder gegebene verdickt-kegelige Form der Stacheln von Bregille, welche letztere man daher wohl von ersteren nicht specifisch wird sondern dürfen.

Endlich weicht auch die Bildung des Halses ab. Er ist bei *H. crenularis* nie so deutlich entwickelt als bei *H. conoidea*.

Eine kurze Bemerkung sei nach der auffallend excentrischen Bildung des Oberendes vieler Nikolsburger Hemicidaris-Stacheln

Digitized by Google

gewidmet. Man findet Ähnliches auch bei lebenden Cidaris-Arten, welche Stacheln mit abgestutzten Enden haben. Die Abstumpfungsfläche ist schief zur Hauptaxe des Stachels angesetzt und bildet mit der nach unten herabhängenden, gewöhnlich dann flacheren Seite desselben einen stumpfen Winkel.

Von dem Körper, zu dem die von Prof. Quenstedt benannten Stacheln gehören, ist wenig zu berichten. Es ist mir nur ein einziges sehr übel erhaltenes Exemplar zugekommen, welches der Sammlung der k. k. geologischen Reichsanstalt angehört. Dieses Exemplar ist etwas grösser als *H. crenularis* gewöhnlich zu werden pflegt. Die Warzen der Interambulacren zeichnen sich durch ihre besondere Dicke und Höhe aus; die von *H. crenularis* bleiben entschieden flacher. Auf den Ambulacren erkennt man drei oder mehr über einander folgende Warzen, welche viel geringer als die mit ihnen in gleicher Höhe gelegenen der Interambulacren entwickelt sind. Sie steigen wenigstens eben so weit über den Unterrand empor, wie bei *H. crenularis*, oder noch etwas höher. Das Exemplar ist zu übel erhalten, um mehr davon entnehmen zu können.

Vorkommen. Die Stacheln zahlreich in den Kalken von Nikolsburg und Ernstbrunn, theils verkieselt, theils in Kalkspath verwandelt; die Körper müssen sehr selten sein.

### 5. Cidaris coronata auct.

Eine häufige, überall im oberen Jura vorkommende, in fast allen Monographien und Handbüchern abgebildete Form, bei der indessen sicher mehrere, schwer von einander zu unterscheidende Arten unterlaufen müssen, und zwar sind es hier nicht so sehr die Körper, als vielmehr die Stacheln, welche die specifischen Unterschiede festhalten lassen. Agassiz hat eine Menge solcher Stacheln abgebildet und als Species benannt, die zugehörigen Körper kennt man bei den meisten entweder gar nicht oder nur auf unzuverlässige Angaben hin (wie es namentlich die von Goldfuss sind), es scheint aber, dass es vorzüglich die als *C. coronata* bezeichneten Körper sind, welche jenen ganz verschiedenen, durch die Form der Stacheln unterscheidbaren Arten entsprechen.

Ich versuche es im Nachfolgenden, die haltbaren Unterschiede von *C. coronata* Goldf., *C. propinqua* Goldf. und einer neuen Species, *C. coronoides* Rolle, möglichst durchzuführen, woran sich

Digitized by Google

Notizen über die vorläufig noch nicht näher zu bestimmende Nikolsburger Art anknüpfen werden.

### 5*a*. Cidaris coronata Goldf.

1826. *Cidarites coronatus* (v. Schloth.) Goldfuss. Petref. Germ. S. 119, Taf. 39, Fig. 8.
*Cidarites moniliferus* Goldf. Petref. Germ., S. 118, Taf. 39, Fig. 6.
1840. *Cidaris coronata* Ag. Echinod. foss. de la Suisse II, p. 59, Taf. 20, Fig. 8 — 17.
1852. *Cidarites coronatus* Quenstedt (z. Th.) Handb. d. Petref. S. 572, Taf. 48, Fig. 16 — 21 (nicht Fig. 23, 24).

Körper niedergedrückt kugelig, etwa zweimal so breit als hoch; die Abflachung der Ober- und der Unterseite ist bald fast gleich gross, bald ist erstere deutlich flacher.

After umgeben von einer Rosette von fünf Ovarial-Asseln und fünf Ocellar-Asseln, welche mit einander alterniren. Unter den ersteren ist keine als Madreporenplatte zu erkennen. Innerhalb des von diesen zweimal fünf Tafeln gebildeten Ringes zeigt sich noch eine zweite Rosette, die aber nur äusserst selten zu beobachten ist. Quenstedt bildet sie auf Taf. 48 ab und sie besteht dieser Zeichnung zu Folge aus viermal fünf Täfelchen. In dieser inneren Rosette endlich erscheint der kleine kreisrunde, vollkommen centrale After.

Mund gross, kreisförmig, ohne randliche Einschnitte. Exemplare, welche den festen Kauapparat erhalten zeigen, sind nicht selten; vereinzelte Fragmente des letzteren noch häufiger.

Die Ambulacren sind deutlich wellenförmig hin und her gebogen. Sie sind auf dem oberen und dem unteren Theile des Körpers schmal und zählen hier nur zwei Reihen feiner gleichförmiger, dicht gedrängter Körner. Bei jungen Individuen sind sie auch über den ganzen Umfang hin von dieser Beschaffenheit. Dagegen bei ausgewachsenen Individuen von ein bis zwei Zoll Durchmesser sieht man sie am Umfange breiter geworden. Sie zählen dann hier bei gewöhnlichen, nur 1 — 1½ Zoll starken Exemplaren vier, bei grösseren, 2 Zoll Durchmesser erreichenden auch wohl sechs Körnerreihen.

Die Interambulacren zeigen minder dicht gedrängte Asseln, als es bei *C. Blumenbachi* Goldf. und *C. Parandieri* Ag. der Fall ist. Es verbleiben daher auch bei ein und mehr Zoll Körperdurchmesser die warzentragenden Scheiben noch rund, nur gegen den Mund zu zeigen sich bei grossen Individuen auch je ein oder zwei quer aus-

Digitized by Google

gedehnte Scheiben. Es kommen auf ein Interambulacrum eines gewöhnlichen erwachsenen Individuums von 1 Zoll Höhe und 1½ Zoll Breiten-Durchmesser je 4 + 5 Asseln. Grössere Individuen von 2 Zoll Breite zeigen stets 5 + 6 Asseln.

Die Spitze der Warzen ist wie bei allen Cidaris-Arten angebohrt, der Gelenkhals bei denen der grossen Asseln der Oberseite strahlig eingekerbt, bei denen der viel kleineren Asseln der Unterseite glatt. — Eine jede Scheibe wird zunächst von einem Kranze von besonders dicken und etwas entfernter stehenden Körnern eingefasst; den übrigen Zwischenraum, den die glatten Scheiben frei lassen, bedecken zahlreiche ziemlich gleichförmige runde Körner, die viel dichter gedrängt stehen und viel feiner sind als die den Kranz bildenden.

Es sind dies Charaktere, welche so ziemlich auf alle Gehäuse passen, die man seit Goldfuss als *C. coronata* bezeichnet, gleichviel welche Stacheln daran erscheinen.

Was nun jene Stacheln betrifft, welche man als bezeichnend für die eigentliche *C. coronata* Goldf. zu nehmen hat, so sind dieselben — d. h. die grösseren, dem Umfange des Körpers angehörenden — keulenförmig und an mehreren Charakteren sehr wohl kenntlich. Bezeichnend ist namentlich ihr langer glatter Hals. Der obere Theil bildet eine längliche nur gering aufgeblähte, oben und gewöhnlich auch unten sanft abgerundete Keule, durchschnittlich drei- auch viermal so lang als breit, was aber wohl nur für die dem Umfange und der Oberseite des Körpers angehörenden Stacheln gelten wird, indem die der Unterseite, wie es die Kleinheit der den Mund umgebenden Asseln erweist, jedenfalls kleiner und schmächtiger sein müssen. Die Oberfläche der Keule ist bedeckt von meist ziemlich feinen Körnern (feiner als die der Stacheln von *C. Blumenbachi* Goldf.), und diese stehen in Längsreihen geordnet. Oft verschmelzen sie in der oberen Hälfte des Stachels gänzlich mit einander und bilden dann zusammenhängende, aber gewöhnlich noch deutlich gekörnelte Rippen.

Der glatte Hals der Stacheln ist verhältnissmässig lang, durchschnittlich ein Drittel so lang als die Keule. Die Gelenkfläche der Stacheln entspricht vollkommen derjenigen der theils crenulirten, theils glatthalsigen Warzen des Gehäuses, auf denen sie aufsitzen. Die ganz kleinen Stacheln, welche den kleineren Asseln, also

Digitized by Google

namentlich den den Mund umgebenden angehören, weichen ab. Sie sind schmächtiger, verhältnissmässig länger gestielt und es herrscht auf ihrer oberen Hälfte die Streifung durchaus gegen die Granulirung vor. Quenstedt bildet sie ab.

Was die Identität von Stacheln und Gehäuse betrifft, so ist sie namentlich dadurch ausser Zweifel gesetzt, dass Leske (Taf. 46, Fig. 4) ein Exemplar abgebildet hat, wo die Stacheln noch an der Schale anhaften. Auch besitzt die Sammlung des k. k. Hof-Mineralien-Cabinetes ebenfalls ein solches Exemplar, wo noch ein Stachel der beschriebenen Form an dem Körper selbst anliegt.

Vorkommen. *Cidaris coronata* ist eine der gemeinsten Arten des oberen Jura's. Das *Terrain à chailles* von Besançon u. a. O. der Schweiz und Frankreichs, die weissen Juraschichten von Schwaben und Franken liefern zahlreiche Körper und Stacheln in die Sammlungen. In Schwaben sollen sie nach Quenstedt in verkalktem Zustande besonders für die Region der *Terebratula lacunosa* (also für den weissen Jura γ) bezeichnend sein (Flötzgeb. Würt. S. 469), und namentlich hierher gehörige Stacheln nicht in die höher liegenden Corallenschichten (weisser Jura ε) hinaufreichen. Körper, von den im weissen Jura γ vorkommenden nicht oder doch nur sehr schwer zu unterscheiden, hat man auch im weissen Jura ε, aber sie dürften wohl andere Stacheln getragen haben, namentlich jene, welche Agassiz seither in der Monographie der Schweizer Echinodermen als *C. cervicalis* unterschieden hat und die denen, welche Goldfuss bei *C. marginata* abbildet, identisch sein sollen.

In Nikolsburg kommen sehr schöne Exemplare von Körpern vor, die von den als *C. coronata* beschriebenen sich nicht unterscheiden lassen und bisher als diese Species allgemein bezeichnet worden sind. Indessen kenne ich die entsprechende Form der Stacheln noch nicht aus derselben Localität und die Bestimmung bedarf daher noch der Bestätigung.

### 5*b*. Cidaris propinqua Goldf.

1826. *Cidarites propinquus* Goldf. Petref. Germ. S. 119, Taf. 40, Fig. 1.
1840. *Cidaris propinqua* Ag. Ech. foss. de la Suisse II, S. 62, Taf. 21, Fig. 5, 6, 7, 9 (nicht Fig. 8 u. Fig. 10) [1].
1852. *Cidarites propinquus* Quenst. Handb. der Petref. Taf. 49, Fig. 22.

[1]) Agassiz, Taf. 21, Fig. 8, wird weiter unten als *C. coronoides* n. sp. näher noch erörtert werden. Fig. 10 sind Stacheln, die Goldfuss unter *C. elegans* abbildet.

Digitized by Google

Wir finden unter diesem Namen eine Form beschrieben, welche auf den ersten Anblick von *C. coronata* Goldf. durchaus verschieden sich darstellt. Wir sehen hier höchst schmale Ambulacren, die über den ganzen Umfang hin sich gleich bleiben und nur zwei Reihen feiner Körnchen begreifen, dann eine geringere Körpergrösse und ganz andere Stacheln. Indessen haben Agassiz (im Cat. rais.) u. A. seither die *C. propinqua* der *C. coronata* als Varietät untergeordnet.

Betrachten wir nun Körper und Stacheln wieder, jedes im Besonderen.

Ich kann in den Körpern, die Goldfuss und Agassiz abbilden, nichts sehen, was sie von jungen Exemplaren der *Cidaris coronata* sicher unterscheide. Alle Merkmale, von denen es sich schon im voraus wissen lässt, dass sie vom Wachsthume des Körpers nicht wesentlich verändert werden können, bleiben sich in beiden Formen vollkommen gleich. So sind namentlich bei *C. propinqua* ganz wie bei *C. coronata* die Gelenkhälse der Warzen auf den grossen Asseln der Oberseite gestrahlt, auf den kleineren der Unterseite aber glatt. Dass die Breite der Ambulacren und die Zahl der Körnerreihen auf dem Mittelfelde derselben abweicht, ist blos ein Alters-Unterschied. Die kleinen Individuen, die Goldfuss und Agassiz abbilden und *C. propinqua* nennen, haben nur zwei Reihen Körner. Mit dem Alter dehnt das Thier sein Gehäuse nach allen Seiten, namentlich aber am Umfange aus; es schieben sich hierbei in den Ambulacral-Mittelfeldern offenbar von innen heraus weiter solcher Körnerreihen nach. Coronaten von 1 Zoll Durchmesser pflegen daher schon vier, und solche von 2 Zoll sogar sechs Körnerreihen zu zeigen. — Die Zahl der Asseln auf den Interambulacren ist bei *C. propinqua* kleiner als bei *C. coronata*. Sie beträgt nur je 4 + 5, nie mehr. Das ist nicht auffallend, wenn die angegebenen Abbildungen von *C. propinqua* nur junge Individuen der *C. coronata* sind. Jüngere haben allgemein weniger Asseln als erwachsene. Die fehlenden sind noch im Begriffe sich um den Mund herum nachträglich dem Verband anzureihen. Zudem haben grössere Exemplare der *C. coronata* ebenfalls mehr Asseln als halbwüchsige.

Vergleichen wir nun die Stacheln, welche den als *C. coronata* und *C. propinqua* bezeichneten Körpern zugeschrieben werden. Es zeigt sich dabei, dass die vollständige Identificirung beider Arten, oder

Digitized by Google

die Bezeichnung der *C. propinqua* als Varietät der *C. coronata* doch unstatthaft ist.

Die Stacheln, welche Goldfuss Taf. 40, Fig. 1, *c, d* abbildet und seinem *Cidarites propinquus* zuschreibt, sind ganz anderer Art, als die der *C. coronata* angehörenden. Sie sind kurzkeulenförmig oder mehr kolbenförmig verdickt. Die Hälse sind sehr kurz und bereits zur Hälfte mit feinen Körnchen bedeckt. Den übrigen Theil der Keule über dem Halse bedecken bis zur Spitze unregelmässig feine, aber oft spitze, dornenartige Körner, ohne dass eine reihenweise Anordnung hervortritt. Goldfuss bemerkt, diese Stacheln kämen in Gesellschaft der dabei abgebildeten, unter der gleichen Benennung begriffenen Gehäuse, nie aber in der von *C. coronata* vor und er bezieht sie daher auf eine und dieselbe Species. Es ist dieselbe Form, welche Quenstedt (Handb. Taf. 49, Fig. 22) aus dem weissen Jura γ der Lochen abbildet. (Verschieden aber ist der von Agassiz in den fossilen Echinodermen der Schweiz, Taf. 21, Fig. 10 abgebildete Stachel, er entspricht gewiss einer ganz anderen Art. Goldfuss, Petref. Germ. S. 118 und Taf. 39, Fig. 5 *c, d, e, f* und Quenstedt, Handb. Taf. 49, Fig. 13, nennen diese *Cidarites elegans*.)

Ich gelange hiernach zu dem Ergebnisse, dass zwei Species wirklich existiren, dass sie indessen nur an ihren Stacheln zu unterscheiden sind, indem die Unterschiede, welche Goldfuss und Agassiz für die Gehäuse angeben, ganz oder doch vorwiegend auf blossen Altersverschiedenheiten beruhen und die Zugehörigkeit der propinqua-Stacheln zum propinqua-Gehäuse noch nicht hinreichend erwiesen ist.

Was die Stacheln betrifft, so lehrt die Untersuchung lebender, noch mit allen ihren Stacheln versehener Cidariten-Exemplare, dass die Abänderung in der Form der Stacheln je nach dem Theile des Körpers, an dem sie ansitzen, auch ihre Grenzen hat und bei allen grösseren ausgebildeten Stacheln nie so weit geht, als die Unterschiede zwischen denen von *C. coronata* und *C. propinqua* betragen. Namentlich ist es die Form des Halses, welche bei Stacheln einer und derselben Art sich sehr gleich bleibt. Die grössten dicksten am Umfange sitzenden Stacheln pflegen verhältnissmässig noch am kurzhalsigsten zu sein; die übrigen Stacheln (mit alleiniger Ausnahme der ganz kleinen, unentwickelten, welche dicht um den After herum

Digitized by Google

sitzen) weichen wenig von jenen ab; sie sind im Allgemeinen schlank und langhalsig.

Für die Stacheln muss also jedenfalls die Species *C. propinqua* aufrecht erhalten werden. Ob die darauf bezogenen Gehäuse wirklich dazu gehören, scheint noch nicht sicher erwiesen zu sein; wenigstens findet man ein Gehäuse mit ansitzenden Stacheln weder abgebildet noch citirt. Entsprechen auch die Gehäuse einer selbstständigen Species *C. propinqua*, so ist zu beachten, dass Agassiz als Merkmal dieser Gehäuse die besondere Dicke der Gelenkknöpfe der Asseln, namentlich auf der Oberseite um den After herum hervorhebt. Dies müsste einen Anhaltspunkt für die Unterscheidung der betreffenden Species von der jungen *C. coronata* bieten.

Vorkommen. Mit *C. coronata* häufig vergesellschaftet. In Schwaben sind die Stacheln für den weissen Jura γ Quenstedt's charakteristisch.

### 5c. Cidaris coronoides Rolle.

1840. *Cidaris propinqua* Ag. (z. Th.). Monogr. des Ech. foss. de la Suisse, II, S. 62, Taf. 21, Fig. 8 (nicht Fig. 5 — 7, 9 — 10).

Unter dem Namen *C. propinqua* hat Agassiz — und zwar, wie er selbst bemerkt, mit einigem Bedenken — ein sehr vollständiges Exemplar eines Cidariten mit zwei noch ansitzenden Stacheln abgebildet. Es ist indessen weder eine *C. propinqua* noch auch eine *C. coronata* und ich zögere nicht, sie mit einem besondern Namen zu bezeichnen. Das Exemplar stammt aus dem *Terrain à chailles* der Gegend von Besançon, machte früher einen Theil der Graf Dudressier'schen Sammlung aus und gehört jetzt dem k. k. Hof-Mineralien-Cabinete.

Das Gehäuse zeigt im Allgemeinen Form und Grösse eines solchen von *C. coronata*; es hat etwa 1½ Zoll Breite und daher in dem Mittelfelde der Ambulacren am Umfange bereits vier Reihen Körner und selbst die Spuren der von der Mitte aus nachwachsenden fünften Reihe.

Die Gelenkhälse der Warzen sind, wie Goldfuss es als Merkmal für *C. marginata* aufstellt, glatt, indessen zeigt sich an den zunächst den After umstehenden Warzen eine geringe Crenelirung derselben.

Digitized by Google

Von der echten *C. coronata* unterscheidet sich das Gehäuse, zufolge den zwei mir vorliegenden vollkommen sicheren Exemplaren der beiden betreffenden Species, sonst nur durch die etwas geringere Zahl und grössere Derbheit der die glatten Scheiben theils kreisförmig umgebenden, theils den übrigen Zwischenraum der Interambulacren bedeckenden Körner.

Die Stacheln sind dick keulenförmig, auffallend kurz und dickhalsig. Die Keule wird vom Halse scharf durch eine schräge Grenzlinie geschieden. Die Oberfläche dieser Keule ist mit ziemlich regelmässigen Reihen dicker, entfernt stehender Knoten bedeckt, welche Merkmale weder mit Stacheln von *C. coronata* noch mit solchen von *C. propinqua* eine Verwechslung gestatten. Die von Goldfuss der *C. marginata* zugeschriebenen Stacheln stimmen eher schon mit überein, indessen nicht vollständig, und Agassiz beansprucht sie für identisch mit denen, welche er *C. cervicalis* genannt hat und die durch stark crenelirte Gelenkhälse charakterisirt sind.

### 5*d*. Die Nikolsburger Art.

Von Nikolsburg besitzt das k. k. Hof-Mineralien-Cabinet ausgezeichnet wohl erhaltene verkieselte Exemplare von Körpern mit 1½ bis 2 Zoll Breiten-Durchmesser. Sie zeigen in den Interambulacren 5 + 6 Asseln. Von den zu Nikolsburg gesammelten Stacheln stimmt keiner mit denen der echten unter 5*a* charakterisirten *C. Coronata* überein; es wäre also sehr möglich, dass diese Körper der Coronata, mit der sie an und für sich gut übereinstimmen, doch nicht angehören. Mehr lässt sich darüber vorläufig noch nicht sagen.

### 6. Cidaris brevicollis Rolle.

1852. *Cidarites coronatus* z *(Cidarites marginatus* Goldf.) Quenst. Handb. der Petref. S. 572, Taf. 48, Fig. 24.

Lange, schlanke cylindrische Stacheln mit einem dicken Kopfe, dessen Ring namentlich die Dicke des übrigen Stachels übersteigt, und einem ziemlich kurzen, schwach eingezogenen glatten Hals. — Die Oberfläche des Stachels oberhalb vom Halse ist bedeckt mit ziemlich starken, rundlichen Höckern, welche in regelmässigen Längsreihen stehen und etwas in dieser Richtung in einander

Digitized by Google

verfliessen. — Die Gelenkfläche ist gross, der untere abgestutzt-kegelige Theil des Kopfes schmal, dessen Gelenkring glatt (oder doch nur sehr schwach gekerbt).

Von allen Abbildungen von Cidariten-Stacheln, die ich verglichen, stimmt nur die oben citirte Quenstedt'sche überein und diese sehr gut. Es ist ein Exemplar aus dem oberen Jura von Nattheim in Würtemberg (weisser Jura ε), Quenstedt nennt diese Form *Cidarites coronatus* ε und nimmt sie für identisch mit *Cidarites marginatus* Goldf. Indessen, es sind weder die Stacheln der *C. coronata* noch der *C. marginata*; es bleibt nichts anderes übrig, als ihnen einen neuen Species-Namen zu geben.

Es kommen diese Stacheln ziemlich häufig zu Nikolsburg vor.

### 7. Cidaris trigonacantha Ag. (?)

1840. *C. trigonacantha* Ag. Mon. Ech. f. de la Suisse II, S. 74, Taf. 21, *a*, Fig. 6.

Lange, schlanke Stacheln von mehr oder minder gerundet dreiseitiger Form mit zwei scharfen Kanten. Eine von den drei Seiten ist deutlich breiter und schwach längsgestreift. Sie wird von zwei scharfen, mehr oder minder deutlich sägeförmigen Kanten eingefasst. Diese Seite ist die untere des Stachels. Der übrige Theil der Oberfläche ist höher gewölbt, doch ohne eine Kante zu bilden und mit gekörnelten Längsstreifen dicht bedeckt.

Der Kopf des Stachels ist stark entwickelt. Über demselben zeigt sich ein etwas eingezogener glatter, vollkommen runder, nicht deutlich abgesonderter Hals. Der untere abgestutzt-kegelige Theil des Kopfes ist sehr ansehnlich und verhältnissmässig in die Länge gezogen; er zeigt an seinem unteren Rande eine starke, wenig zahlreiche Crenelirung.

Vorkommen. Ein Exemplar von Nikolsburg. Von den anderen mitvorkommenden Cidariten-Stacheln ist es bestimmt verschieden, denn diese sind vollkommen cylindrisch und ihr Kopf und Hals ist ganz anders gestaltet. Von allen mir bekannten Arten aber stimmt es mit *C. trigonacantha* Ag. aus dem *Terrain à chailles* von Besançon am meisten überein, nur ist die Zeichnung der Oberfläche viel feiner als bei dieser Art. — Sonst ist allein noch *C. nobilis* Goldf. (Petref. Germ. Taf. 39, und zwar Fig. 4, *c*) zu vergleichen,

Digitized by Google

eine Form die bereits schon weit von der Nikolsburger sich entfernt.

---

Andere Stachel-Arten kommen vereinzelt auch noch vor, genügen aber derzeit noch nicht zur Beschreibung. Erwähnung verdienen indessen doch kleine, kurz-pfriemenförmige, zusammengedrückte Stacheln, welche verhältnissmässig dicke Köpfe und Gelenkflächen haben und auf den Warzen der kleineren Asseln dem After und dem Munde zunächst gesessen haben mögen. Quenstedt bildet eine sehr ähnliche Form aus dem oberen Jura Schwabens ab (Handb. der Petref. Taf. 49, Fig. 21).

---

Digitized by Google

# VERZEICHNISS

DER

## EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

(MÄRZ.)

Accademia Reale delle scienze di Torino, Classe di scienze fisiche etc. Memorie. Tom. 14.

Akademie der Wissenschaften, k. preussische zu Berlin. Monatsbericht, 1855, Nr. 1, 2.

Annalen der Chemie und Pharmacie. Herausgegeben von Wöhler, Liebig und Kopp. Band 93, Heft 1, 2.

Annales des Mines. 1854, livr. 1, 2.

Anzeiger für Kunde der deutschen Vorzeit. 1855, Nr. 1, 2.

Archiv für südslavische Geschichte. Band III.

Bonn, Universitätsschriften aus dem Jahre 1853.

Caumont de, Abécédaire ou rudiment d'Archéologie. 3. ed. Paris 1854; 8°.

Cibrario, Luigi, Delle Artiglerie dal 1300 — 1700. 3. ed. Lione 1854; 4°.

Cibrario, Albero genealogico dei Reali di Savoia. Torino 1855.

Cimento, il nuovo. Giornale di fisica, di chimica e delle loro applicazioni alla medicina, alla farmacia ed alle arti industriali, compilato dai Prof. C. Matteucci e R. Piria. T. 1. Pisa 1855; 8°.

Cosmos, 3. Année, Vol. 6, Nr. 5—13.

Coussemaker, E. de, Histoire de l'Harmonie au moyen âge. Paris 1852; 4°.

Desiderio, Achille, La Coléra richiamata al principio dinamico. Venezia 1855; 8°.

Förster, Christ. Friedr. Ludw., Allgemeine Bauzeitung. 20. Jahrgang, Heft 1, 2.

Geschichtsblätter aus der Schweiz. Herausgegeben von J. E. Kopp. Jahrgang I, Heft 5.



Digitized by Google

Gesellschaft, deutsche morgenländische, Zeitschrift. Band IX, Nr. 1, 2.

Gesellschaft, k. k. mähr.-schles., des Ackerbaues ꝛc. Mittheilungen. Jahrgang 1854.

Gries, Joh. Diederich, Aus dem Leben von. — Nach seinen eigenen und den Briefen seiner Zeitgenossen. (Als Manuscript gedruckt.) Leipzig 1855; 8°.

Herolt, M. Joh., Chronica, Zeit vnd Jarbuch von der Statt Hall ꝛc. Zum ersten Mal aus der ältesten Handschrift, mit Vergleichung der übrigen herausg. von Ottmar Schönhuth. Schwäb. Hall 1855; 8°.

Jahrbuch, neues, für Pharmacie etc. Band II, Heft 6.

Istituto I. R. Lombardo di scienze etc. Giornale Fasc. 34 — 36.

Kaemtz, Lettre sur les relations entre les pluies et les hauteurs barométriques. (Bulletins de l'Académie R. de Belgique. T. XXII.)

Konninck, L. de, et A. H. le Hon, Recherches sur les Crinoïdes du Terrain carbonifère de la Belgique etc. Bruxelles 1854; 4°.

Lanza, Franc., Dell' antico palazzo Diocleziano in Spalato. Disp. 1, 2. Trieste 1855; 4°.

Lenormant, Découverte d'un cimetière Mérovingien à la chapelle Saint-Éloi (Eure). Paris 1854; 8°.

Lintz, L., Die Quadratur des Zirkels aus dem Ebenmass hergeleitet und durch Zahl- und Form-Verhältnisse versinnlicht. Trier 1853; 4°.

Magazin, neues, Lausitzisches. Band 30, Heft 3, 4.

Marine-Zeitschrift, österreichische. Jahrgang 1854.

Mone, Fridegarius, De libris palimpsestis tam latinis quam graecis. Carlsruhae 1855; 4°.

Mone, F. J., Quellensammlung der badischen Landesgeschichte. 2 Bände, Carlsruhe 1850; 4°.

Nachrichten, astronomische. 951 — 53.

Patellani, Luigi, Abozzo per un tratatto d'Anatomia e Fisiologia veterinaria. Vol. III.

Rapport verb. sur plusieurs excursions en France, en Hollande et en Allemagne etc. par de Caumont. Paris 1854; 8°.

Riedwald, Max. von, Allgemeine politische Geographie. Lief. 9, 10.

Romanin, S., Storia documentata di Venezia. Tom III, part. 1.

Société française pour la conservation des monuments, Bulletin monumental. Tom. 10.

Digitized by Google

Société impér. des Naturalistes de Moscou. Bulletin. 1854, Nr. 3.

Société protectrice des animaux. Bulletin. Nr. 1, 2. Paris 1855; 8°.

Verein, historischer, für Niederbaiern. Verhandlungen. Band IV, Heft 1.

Verein, naturhistorischer der preussischen Rheinlande und Westphalens. Mittheilungen. Jahrgang 11, Heft 4.

Verein, physicalischer, zu Frankfurt. Jahresbericht 1854.

Verein, siebenbürgischer, für Naturwissenschaften zu Hermannstadt. Verhandlungen. Jahrgang V.

Verein, zoologisch-botanischer in Wien. Verhandlungen. Band IV.

Zantedeschi, Franc., Telegrafo a correnti diretti succesive e derivate contemporanee per la doppia simultanea corrispondenza sopra un solo filo comunicante colla terra. Padova 1855; 4°. (6 Exemplare.)

Zantedeschi, Della contemporaneità o sincronismo delle opposte correnti attraverso un conduttore comune a due circuiti chiusi, e degli effetti nonchè delle applicazioni che ne derivano. Padova 1855; 4°.

Digitized by Google

Digitized by Google

| Beoba | Abweichung vom mehrjährigen Mittel | | | | Anmerkungen. |
|---|---|---|---|---|---|
| | n | Temp. | n | Niederschlag | |
| Ragus | — | — | — | — | Am 22. Nov. 329″07. |
| Triest | 4 | +0°05 | 14 | +145″7 | |
| Vened | 5 | +0·34 | — | — | |
| Mailan | 1 | +0·31 | 88 | +107·5 | |
| Meran | — | — | — | — | Am 24. Nov. 317″90. |
| Debre | — | — | — | — | |
| *Szeg | — | — | — | — | |
| *Pesth | — | — | — | — | |
| *Fünfk | 5 | +0·78 | — | — | |
| Wien | 0 | +0·08 | 9 | — 48·7 | Am 17. Sept. +25°4. |
| Gran | — | — | — | — | |
| *Press | — | — | — | — | |
| Zavalj | — | — | — | — | |
| *Holits | — | — | — | — | Die Beobachtungen hören mit |
| Prag | 79 | +0·38 | — | — | [October auf. |
| Laibac | — | — | — | — | Am 17. Sept. +22°4. |
| Cilli | — | — | — | — | |
| Olmüt | 7 | +0·18 | — | — | |
| Brünn | 7 | +0·08 | 7 | — 26·9 | Am 18. Sept. +24°2. |
| *Breg | — | — | — | — | |
| Linz | — | — | — | — | |
| Herma | 9 | +1·64 | — | — | |
| Pilsen | 26 | +0·32 | 22 | + 80·8 | |
| Czern | — | — | — | — | |
| Boden | 25 | +0·48 | 24 | — 36·7 | |
| Czasla | 11 | +0·28 | — | — | |
| Salzbu | 13 | —0·07 | 7 | + 55·0 | Am 4. Jänn. 311″35. |
| Walle | — | — | — | — | |
| Krems | 87 | +0·19 | 34 | — 16·9 | |
| Schös | 12 | +0·36 | 11 | — 38·1 | Am 17. Sept. +23°4. |
| Kraka | 29 | +0·33 | — | — | |
| Kronst | 9 | +1·31 | — | — | Am 2. Aug. u. 17. Sept. +21°6. |
| Pürgli | 14 | —0·06 | 15 | — 5·5 | |
| *Saibu | — | — | — | — | |
| Oderb | — | — | — | — | Am 14. Febr. —11°6. |
| Leipa | — | — | — | — | |
| *Stani | — | — | — | — | |
| Lienz | — | — | — | — | Am 5. Jänn. 304·28. |
| *Stra | — | — | — | — | Die Beobachtungen enden mit |
| *Innsb | 58 | +1·59 | — | — | [August. |
| Traut | — | — | — | — | |
| Lemb | 25 | —0·10 | 23 | + 61·7 | |
| Leuts | — | — | — | — | |
| St. P | — | — | — | — | |

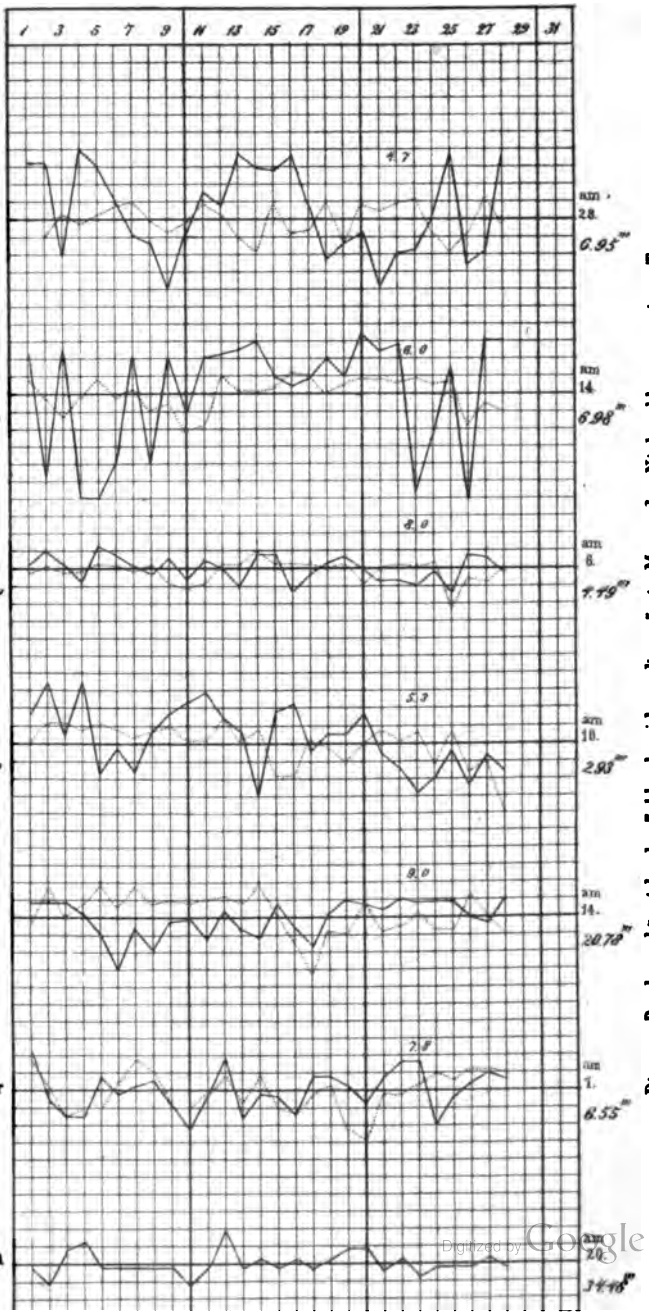
Mittel gerechnet ist. Das Zeichen + zeigt an, dass das
n das Zeichen — vorsteht, so muss die Abweichung von
Jahresm
dem Jah

Digitized by Google

Digitized by Google

## Gang der Feuchtigkeit und des Ozongehaltes der Luft im Februar 1855.

Die punktirten Linien stellen die Feuchtigkeit, die ausgezogenen den Ozongehalt dar.
Die am Rande befindlichen Zahlen sind die Monatmittel der Feuchtigkeit, jene zwischen den Curven die Monatmittel des Ozongehaltes.
Den Monatmitteln entsprechen die stärkeren Horizontallinien.
Ein Netztheil beträgt für die Feuchtigkeit 5 Procente, für den Ozongehalt einen Theil der Farbenscala, welche vom völligen Weis bis zum tiefsten Blau zehn Abtheilungen enthält.

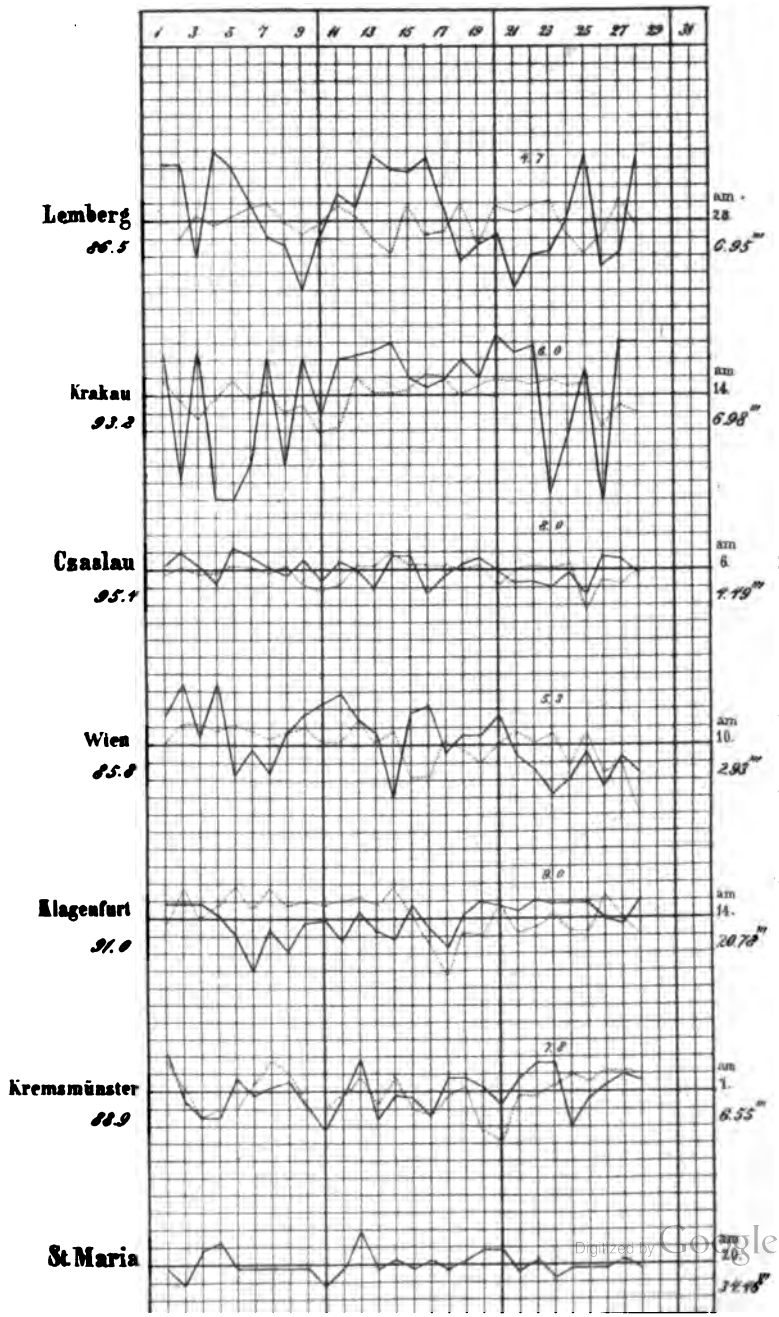



Digitized by Google

Digitized by Google

## Gang der Feuchtigkeit und des Ozongehaltes der Luft im Februar 1855.

Die punktirten Linien stellen die Feuchtigkeit, die ausgezogenen den Ozongehalt dar.
Die am Rande befindlichen Zahlen sind die Monatmittel der Feuchtigkeit, jene zwischen den Curven die Monatmittel des Ozongehaltes.
Den Monatmitteln entsprechen die stärkeren Horizontallinien.
Ein Netztheil beträgt für die Feuchtigkeit 5 Procente, für den Ozongehalt einen Theil der Farbenscala, welche vom völligen Weis bis zum tiefsten Blau zehn Abtheilungen enthält.




Die am Rande rechts stehenden Zahlen bezeichnen die grösste Menge des Niederschlages an einem Tage.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

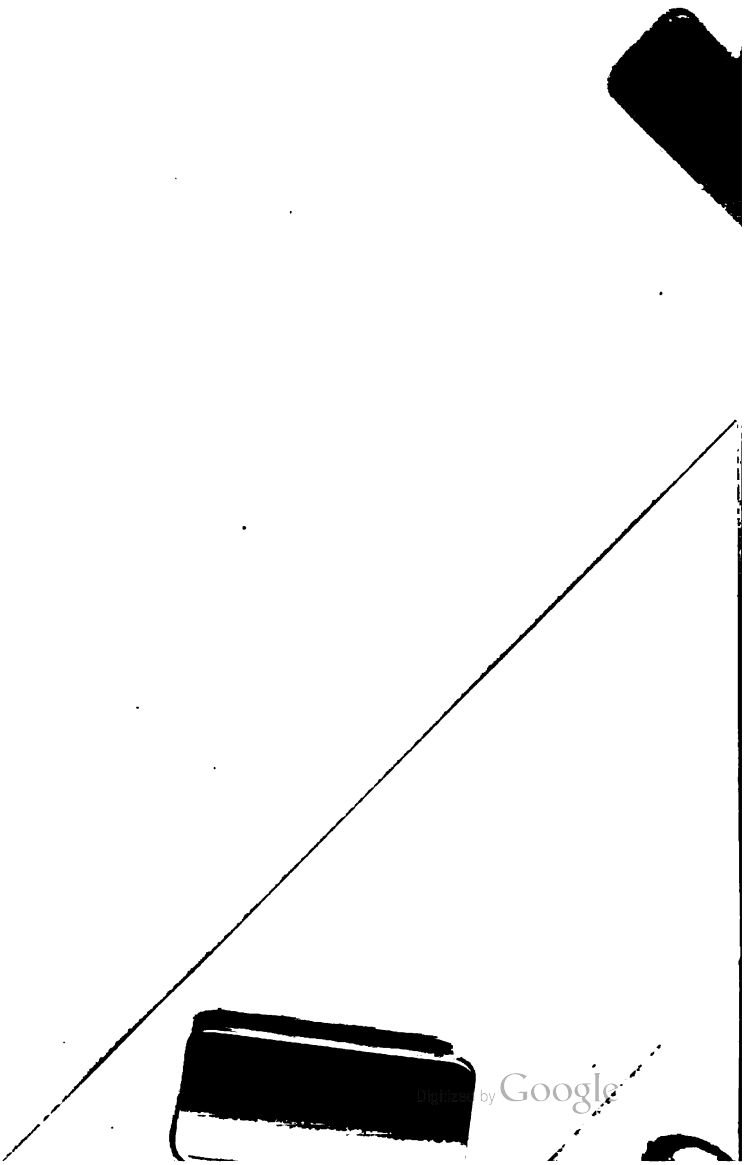
Digitized by Google

BOUND

MAY 13 1948

UNIV. OF MICH.
LIBRARY

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06827 0274



Digitized by Google

Digitized by Google